

HISTOIRE GÉNÉRALE DE PARIS

LA SEINE

LE BASSIN PARISIEN

AUX ÂGES ANTÉHISTORIQUES

PAR

E. BELGRAND

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

DIRECTEUR DES EAUX ET DES ÉGOUTS DE LA VILLE DE PARIS

DEUXIÈME ÉDITION

TEXTE

Parisiorum Chorographia



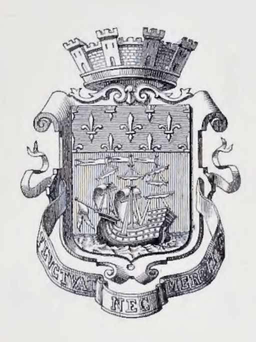
PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

M DCCC LXXXIII







HISTOIRE GÉNÉRALE DE PARIS

COLLECTION DE DOCUMENTS

PUBLIÉE

SOUS LES AUSPICES DE L'ÉDILITÉ PARISIENNE

LA SEINE

I. — LE BASSIN PARISIEN

AUX ÂGES ANTÉHISTORIQUES

L'Administration municipale laisse à chaque auteur la responsabilité des opinions développées dans les ouvrages publiés sous les auspices de la Ville de Paris.

HISTOIRE GÉNÉRALE DE PARIS

LA SEINE

I

LE BASSIN PARISIEN

AUX ÂGES ANTÉHISTORIQUES

PAR

E. BELGRAND

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

DIRECTEUR DES EAUX ET DES ÉGOUTS DE LA VILLE DE PARIS

DEUXIÈME ÉDITION

TEXTE



PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

M DCCC LXXXIII

AVANT-PROPOS.

Le présent ouvrage devait naturellement se placer en tête de la collection qui a pour titre : *Histoire générale de Paris.* Il y constitue la topographie *antéparisienne,* c'est-à-dire la connaissance du terrain, à moitié submergé, sur lequel s'est élevée beaucoup plus tard la Lutèce gauloise; il fait connaître les premiers êtres qui ont animé cette vague région; il coordonne l'ensemble des inductions que l'anthropologie a pu tirer jusqu'ici, après avoir constaté la présence de l'homme primitif dans le bassin de Paris et recueilli les vestiges de sa grossière industrie. C'est donc une œuvre mixte, qui touche en même temps aux sciences naturelles et aux sciences historiques, mais qui se rattache plus étroitement aux études de topographie ancienne entreprises depuis quelques années par la Ville de Paris.

Sans méconnaître l'importance des résultats auxquels sont arrivés les anthropologistes et les géologues, sans contester le rang que leurs travaux tiendront un jour dans la synthèse générale de l'histoire, il faut reconnaître que, selon l'ordre logique et en l'état actuel des connaissances humaines, les recherches topographiques doivent toujours précéder les investigations historiques proprement dites. La portion de terrain sur laquelle ont vécu les générations passées, qui a vu s'accomplir, pendant une longue suite de siècles, d'abord les faits de la vie primitive, si peu connus aujourd'hui, puis ceux de l'existence sociale, bien souvent inexpliqués, mérite assurément d'être étudiée à fond : c'est là qu'il faut aller chercher certains motifs des choses, *rerum causas,* que le sol recèle et qu'il ne livre qu'aux pionniers de la science.

Dans cette pensée, l'Administration municipale a institué un *Service des fouilles et substructions,* qui est devenu l'auxiliaire le plus actif des

historiens et des topographes du vieux Paris. On ne s'est pas borné à faire exercer, par des hommes spéciaux, une surveillance incessante sur tous les points où la pioche entr'ouvre le sol; mais on a poursuivi les déblayements et prolongé les galeries souterraines partout où il y avait chance de retrouver quelques débris du passé. Là même où l'on n'était appelé par aucun travail d'édilité, on n'a point hésité à chercher, au prix de sacrifices parfois considérables, la solution de quelques-uns de ces problèmes que la critique historique avait regardés jusque-là comme insolubles. Parmi les résultats de ce genre, acquis définitivement à la science, il en est un qui a eu assez de retentissement pour mériter ici une mention spéciale : grâce à l'initiative prise par la Ville de Paris, la forteresse de Philippe-Auguste a été mise à découvert avec ses tours, son quadrangle, sa *vis*, et toute cette distribution intérieure dont le détail, imparfaitement connu, avait fait jusqu'ici le désespoir des savants. Pendant plusieurs mois, la population parisienne a pu assister à cette exhumation d'une époque déjà si loin de nous, et lire elle-même, dans le sol entr'ouvert, l'une des pages les plus curieuses de son histoire. Le livre à dû se refermer; mais un tracé fait avec le plus grand soin permet aujourd'hui de suivre sur place les grandes lignes de ces curieuses substructions [1].

A côté de cette importante découverte, de nombreuses trouvailles, moins éclatantes peut-être, ont passé inaperçues pour le public; mais la science historique en a fait son profit, et la topographie parisienne surtout, si difficile à établir dans le passé, y a recueilli de précieux renseignements. C'est ainsi qu'on a vu apparaître, sous la pioche des terrassiers, d'abord les vestiges des grands édifices civils et religieux, détruits à la fin du dernier siècle ou au commencement de celui-ci, puis les traces des transformations opérées dans les palais et les hôtels par les

[1] Le tracé des substructions du vieux Louvre et d'une portion de l'enceinte de Philippe-Auguste est reproduit dans la *Topographie historique du Vieux Paris* (Région du Louvre et des Tuileries, II), p. 139. Deux notices ont été consacrées à la description de ces curieux vestiges.

architectes de Louis XIV, de Louis XIII, de Henri IV, et enfin les restes de quelques ateliers célèbres qui ont travaillé pour la décoration des châteaux de la Renaissance[1].

En plongeant toujours plus avant dans le passé, on a trouvé en partie les murailles de Charles V, les fondations de la deuxième porte Saint-Honoré, avec les ouvrages avancés qui la défendaient, et l'avant-fossé que Jeanne d'Arc dut franchir pour aller sonder, avec sa lance, la profondeur du fossé dont l'eau baignait le rempart. C'est ainsi qu'on a pu déterminer, à quelques mètres près, l'emplacement précis où l'héroïne rougit de son sang le sol parisien, et réunir, pour des ouvrages ou des projets ultérieurs, une série de documents d'une incontestable authenticité[2].

Une fois entré dans cette voie féconde en résultats, le Service des fouilles et substructions a poursuivi ses recherches partout où il lui était possible de pénétrer : il a reconnu successivement et relevé, pour la *Topographie historique du Vieux Paris*, le périmètre des constructions affectées par Philippe le Bel à l'installation du Parlement, l'enceinte du Temple, contemporaine des Croisades, et la muraille de Philippe-Auguste, sur plusieurs points des deux rives.

Arrivés au XIIe siècle, les chercheurs ne se sont point arrêtés. L'obscurité, il est vrai, se fait dans les livres; mais le sol renferme encore des témoins du passé, et ces témoins, exhumés successivement, sont venus apporter leur part d'indications à l'œuvre de reconstitution historique que la Ville a entreprise. Parmi les rares vestiges du Paris antérieur aux Capétiens, retrouvés par le Service des fouilles, il faut placer les ruines vénérables de la seconde église Saint-Marcel, qui remontait au IXe siècle, les sépultures du *Fief des Tombes* et du *Locus cinerum* (Lourcine), qui

[1] La découverte des fours de Bernard Palissy est racontée dans la *Topographie historique du Vieux Paris* (Région du Louvre et des Tuileries, II). Les modèles et motifs d'ornement qu'on y a trouvés ont été reproduits par la gravure, avec une rare perfection de détails.

[2] La *Topographie historique du Vieux Paris* (Région du Louvre et des Tuileries, I) contient une note sur l'emplacement de la seconde porte Saint-Honoré, et un dessin des substructions de cette porte, avec l'indication de la muraille et du fossé. (*Appendices*, p. IX.)

appartiennent à l'époque mérovingienne, les *villæ* gallo-romaines disséminées sur la montagne Sainte-Geneviève, les *castra stativa*, qui en couronnaient le plateau, les *Arènes* enfin, qui s'étageaient sur le flanc nord-est de la colline, et dont le souvenir, conservé avec le nom (*Clos des Arènes*) jusqu'au milieu du moyen âge, atteste, avec d'autres débris non moins significatifs, l'existence, sur la rive gauche, de la partie la plus importante de la cité[1].

Grâce à ces découvertes, il est devenu possible de remonter, dans les annales de la topographie parisienne, bien au delà du XIe siècle, limite extrême que les chercheurs, réduits aux seuls documents écrits, ne croyaient pas possible de franchir. Le Paris du roi Robert, à peine entrevu jusqu'ici par les topographes, commence à nous révéler son aspect, et la cité gallo-romaine elle-même sort de l'obscurité légendaire où elle était ensevelie, pour entrer peu à peu dans la pleine lumière de l'histoire.

Ces résurrections inespérées, dues à l'étude persévérante du sol parisien, ont conduit des topographes d'un autre ordre à remonter plus haut encore, et leurs efforts ont eu pour résultat de reculer aussi loin que possible les bornes de l'histoire territoriale de Paris. En fouillant plus profondément que ne le font les archéologues, en perçant la couche, peu épaisse d'ailleurs, que les œuvres de l'homme civilisé ont formée à la surface des terrains actuels, ils sont arrivés, sans transition brusque et par des degrés pour ainsi dire inappréciables, aux âges préhistoriques; ils ont recueilli un à un des débris aussi éloquents dans leur simplicité que les ruines les plus somptueuses; ils ont pu ainsi constater la vie et l'industrie humaines, aux lieux où Paris devait s'élever tant de siècles plus tard.

Dans les entrailles de cette terre destinée à porter une grande cité,

[1] Ces dernières découvertes ont été favorisées par les grands déblais du boulevard Saint-Michel, des rues Gay-Lussac et Monge. C'est entre cette dernière rue et celle des Boulangers-Saint-Victor qu'on a vu apparaître, il y a douze ans, les substructions des *Arènes*.

se rencontrent, en effet, des traces non équivoques de l'homme à l'état sauvage, être faible et misérable, jeté nu sur une terre nue, pour parler le langage de Pline, et obligé de lutter, à armes inégales, contre les gigantesques animaux dont il était le contemporain. Tandis que les anthropologistes comparent les ossements et mesurent l'angle facial, que les paléontologistes reconstituent les espèces disparues, et que les géologues rétablissent l'antique relief du sol, avec la flore, la faune et tout l'aspect de ces lointaines époques, le topographe et l'historien se recueillent : c'est la véritable préface de leurs livres que la science écrit devant eux.

Cette assertion peut paraître singulière; mais les faits tendent chaque jour à la confirmer. Là où la main de l'homme civilisé cessait de se montrer, on avait, depuis bien longtemps, l'habitude de s'arrêter court; on ne semblait pas soupçonner que l'état sauvage, comme la civilisation, a ses degrés, véritables anneaux de la chaîne des temps. Les sciences naturelles, étroitement renfermées jusqu'à nos jours dans leur domaine distinct, peuvent et doivent, au contraire, se rattacher, malgré quelques solutions de continuité, aux sciences historiques élargies et régénérées. Leurs conquêtes constituent une introduction, éloignée sans doute, mais nécessaire, à l'étude des époques relativement modernes; elles fournissent aux historiens un nouveau point de départ, et montrent l'activité humaine, que les livres font dater d'hier, comme contemporaine des grandes convulsions de la nature. Ce sera l'honneur de la Ville de Paris d'avoir songé, pour compléter son histoire, à opérer ce rapprochement entre les diverses branches d'un même tronc : les vérités particulières, que les sciences naturelles et les sciences historiques dégagent chaque jour, et qui ne se fécondent pas assez les unes les autres, à cause de l'état d'isolement dans lequel elles se produisent, pourront désormais se fondre dans une harmonieuse unité, et aboutir ainsi à la vérité générale, expression dernière des conquêtes de l'esprit humain.

L'âge que nous venons d'évoquer a existé sur toute la surface du

globe, et les traits généraux qui le caractérisent ont été recueillis par l'auteur de ce livre dans une savante introduction. Mais nulle part, peut-être, on n'est mieux en situation de le faire revivre scientifiquement que dans le bassin de la Seine, et plus particulièrement dans le bassin de Paris, grâce aux nombreux travaux de fouilles que les besoins toujours croissants de la grande cité ont rendus nécessaires[1]. L'ouverture des tranchées pour l'établissement des chemins de fer, la dérivation des sources et des rivières vers Paris, l'abaissement du sol sur plusieurs points de la voie publique, le creusement des sablières dans la banlieue suburbaine, ont mis à nu des couches de terrain dérobées aux regards depuis les derniers cataclysmes, et montré un état bien antérieur aux traditions les plus reculées. Les investigateurs ont trouvé là, sous nos pas, toute une histoire ensevelie dans un oubli cent fois séculaire, histoire simple, mais émouvante, qui laisse à peine, après tant de siècles, échapper son morne secret.

Sur les bords du fleuve qui baigne Paris, au sommet des plateaux, à la pointe des promontoires qui émergeaient alors du sein des eaux et qui forment aujourd'hui les accidents de l'horizon parisien, l'homme primitif a vécu; il a souffert; il a travaillé, lutté; puis il est mort, et les traces de son passage sur la terre, effacées presque partout par celles de générations successives, sont enfouies aujourd'hui dans les grèves ou sous les alluvions. Or cet homme, indigène ou immigrant (qui le sait?) peut être considéré par les ethnographes comme l'un des pères de la race qui précéda les Celtes sur le sol parisien. Il appartenait à l'âge de la pierre, et avait assisté aux grandes commotions du globe; mais il a donné la main à d'autres générations qui ont connu le bronze et le fer; il forme, dans le bassin de Paris, l'un des anneaux de cette

[1] Le rôle important que la Ville et la banlieue de Paris ont joué dans la constitution et le développement des sciences géologiques et paléontologiques était encore attesté tout récemment par un des savants les plus distingués du Muséum. (Voir, aux appendices de ce volume, p. 257, la correspondance échangée entre M. le Préfet de la Seine et M. Serres, professeur d'anatomie comparée, au sujet d'une découverte, fort intéressante, due à la Ville de Paris.)

chaîne des âges qui, par l'une de ses extrémités, touche à l'époque diluvienne, tandis que, par l'autre, elle se rattache aux temps fabuleux, précurseurs immédiats de l'ère historique.

Entre le déluge, resté à l'état de fait saisissant dans la mémoire de tous les peuples, et les premières lueurs de la fable, avant-courrière de l'histoire, il existait naguère une lacune immense, que la science s'efforce chaque jour de faire disparaître, et que les consciencieux travaux accomplis par l'auteur de ce volume aideront certainement à combler, dans les limites du bassin de la Seine. L'honneur d'une pareille tentative aurait pu lui suffire; mais ce n'était point assez pour l'éminent ingénieur, dont les travaux occupent une si large place dans les récentes améliorations de la cité. En même temps qu'il essayait de rattacher la géologie et l'anthropologie à l'histoire proprement dite, il recueillait incessamment, pour les collections du Musée parisien, les preuves matérielles de ses affirmations; et ces preuves ne sont autre chose que les débris des âges primitifs, mis au jour par la pioche de ses travailleurs. C'est ainsi qu'il a réuni et groupé, avec un soin minutieux, les ossements des grandes espèces disparues, ceux des hommes qui ont été leurs contemporains, les silex grossièrement travaillés par les habitants des bords de la Seine, et jusqu'aux blocs de grès sur lesquels ces ancêtres, si longtemps ignorés, polissaient leurs armes, aiguisaient leurs outils et façonnaient les divers ustensiles servant à leur misérable existence.

On comprend tout ce qu'une pareille exhibition ajoute aux descriptions et aux récits, pour la connaissance approfondie de ces époques reculées. Le visiteur, introduit dans ce monde antérieur à toute histoire, y trouve, à chaque pas, la matière de rapprochements aussi instructifs qu'inattendus. Vivant au milieu des merveilles artistiques et industrielles qu'une civilisation perfectionnée ne cesse d'enfanter, il s'arrête pour interroger ces époques de barbarie, pour examiner les produits du travail de l'homme, accompli, il y a quarante ou cinquante siècles peut-

être, aux lieux mêmes où s'élèvent aujourd'hui les ateliers parisiens; il suit, par la pensée, le développement graduel de l'intelligence humaine, passe de l'âge de la pierre taillée ou polie à l'âge du bronze, puis à la période celtique et gallo-romaine, et arrive enfin, à travers les temps mérovingiens et carlovingiens, auxquels succède le moyen âge, à rattacher l'art et l'industrie des époques les plus lointaines à l'industrie et à l'art de notre temps. La chaîne du travail humain se renoue donc, comme celle de l'histoire, au profit des études d'archéologie comparée, qui sont une des gloires de la science moderne.

En attendant que la réunion et le groupement des nombreux objets découverts dans le bassin de la Seine permît cette excursion en plein domaine antéhistorique, l'auteur du présent ouvrage a voulu que le lecteur pût la faire dans son livre, et il a exprimé le désir qu'on y répandît, avec une intelligente profusion, les représentations figurées des principales pièces recueillies à Paris et dans ses environs immédiats. Grâce à des procédés spéciaux de gravure héliographique excluant toute possibilité d'erreur, M. Belgrand a pu ajouter au texte de son ouvrage, déjà riche de nombreux diagrammes, un second volume composé de planches paléontologiques expliquées par des notices, et comprenant un atlas où se succèdent les cartes, les coupes géologiques et les reproductions minutieuses de pièces appartenant à la conchyliologie parisienne de ces époques reculées.

Ce second volume, dont la préparation a exigé des soins tout particuliers, complète la publication et lui donne une importance exceptionnelle. A l'époque du premier tirage (1869) l'industrie privée, avec les moyens dont elle disposait, eût difficilement obtenu un résultat satisfaisant; mais les sciences dérivées de la photographie ont progressé depuis, et le livre de l'éminent géologue devait naturellement bénéficier de leurs conquêtes. Un second tirage notablement amélioré est donc devenu possible, grâce au bienveillant patronage de M. le Préfet de la

Seine et à la libérale assistance du Conseil municipal, qui honorent de leurs sympathies l'Œuvre historique de la Ville de Paris.

Envisager sous toutes ses faces et à toutes ses époques l'histoire de la grande cité; pour traiter dignement chaque partie de cet immense sujet, laisser toute latitude aux chercheurs et leur permettre de donner toute satisfaction aux légitimes exigences de l'œil et de l'esprit; mettre, en un mot, au service des écrivains et des savants, les ressources si variées de la science, de la littérature et de l'art, tel est le programme dont l'Édilité parisienne poursuit incessamment la réalisation. En réimprimant un ouvrage qui lui a fait tant d'honneur et qui est le point de départ naturel de sa collection historique, la Ville de Paris affirme une fois de plus la grandeur de son dessein et sa ferme volonté de l'accomplir.

L.-M. Tisserand.



SOMMAIRES.

INTRODUCTION GÉNÉRALE.

LE BASSIN PARISIEN

AUX ÂGES ANTÉHISTORIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE V.

CHAPITRE VI.

CHAPITRE VII.

CHAPITRE VIII.

CHAPITRE IX.

CHAPITRE X.

CHAPITRE XI.

CHAPITRE XII.

CHAPITRE XIII.

CHAPITRE XIV.

CHAPITRE XV.

CHAPITRE XVI.

CHAPITRE XVII.

CHAPITRE XVIII.

CHAPITRE XIX.

CHAPITRE XX.

CHAPITRE XXI.

CHAPITRE XXII.

CHAPITRE XXIII.

APPENDICES.

PLANCHES[1].

[1] Indépendamment de ces planches, nécessaires à l'intelligence du texte, il en est d'autres qui n'ont pu trouver place ici et qui forment un second volume; c'est le complément naturel de celui-ci.

INTRODUCTION.

I.

Le bassin de la Seine est un pays de plaines. La partie la plus montueuse, le Morvan, ne dépasse pas 902 mètres au-dessus du niveau de la mer[1], et, d'ailleurs, elle est peu étendue. Le revers océanien de la chaîne de la Côte-d'Or, la basse Bourgogne, est formé de hautes collines dont les plus élevées montent à l'altitude de 610 mètres. A partir du pied de la chaîne de la Côte-d'Or jusqu'à la mer, les saillies du sol n'excèdent guère l'altitude de 200 mètres.

Le Morvan est aussi la seule région vraiment pittoresque de cette contrée. Si l'on fait abstraction de quelques amas de rochers de la forêt de Fontainebleau et des bords de la Beauce, de quelques fraîches vallées de la Normandie et de la Brie, aucune beauté naturelle n'attire spécialement l'attention du touriste dans le reste de cette partie de la France. Et cependant ce petit coin de terre, si peu propre à enflammer l'imagination d'un poète, est, par son heureuse disposition orographique, par la variété et l'excellence de ses produits, un des points les plus remarquables du monde.

Lorsque le voyageur parcourt les autres pays de grandes plaines, il est frappé de la monotonie, de l'uniformité, si je puis m'exprimer ainsi, non moins que de la grandeur du tableau qui s'offre à ses yeux. Sur les bords de la Plata, de l'Amazone, du Missisipi, des grands fleuves de l'Asie et de l'Afrique, il peut parcourir des espaces immenses, beaucoup plus grands que

[1] Suivant M. Ébray, l'altitude maximum du Morvan serait un peu plus grande. L'altitude de 902 mètres est, d'après la carte du bureau de la guerre, celle du Haut-Follin, le plus élevé des mamelons boisés qui entourent les sources de l'Yonne.

la France entière, toujours dans le même terrain, ayant toujours le même paysage sous les yeux.

Il faut que l'homme soit arrivé à un haut degré de civilisation pour vaincre cette monotonie de la nature et se procurer les produits variés qui lui deviennent nécessaires dès que le niveau de son intelligence s'élève. Les bords du Mississipi et de la Plata auraient été indéfiniment habités par des peuplades sauvages, si les Européens n'y avaient importé leurs puissants moyens d'action.

C'est surtout en Europe et sur les bords de la Méditerranée que l'homme a trouvé le climat tempéré, la variété de produits qu'exige le développement naturel de la civilisation.

Dans cette région si heureusement dotée, le bassin de la Seine est une des contrées les plus favorisées; sur aucun autre point du globe on ne trouve une pareille réunion de labourages fertiles, de gras pâturages, d'excellents vignobles, de fruits exquis, de bois de charpente et de chauffage, de matériaux de construction : l'homme peut y vivre isolé du reste du monde et s'y élever au plus haut degré de la civilisation.

Au milieu de cette contrée privilégiée, au centre de toutes ces richesses, s'est élevée naturellement la grande ville qui est devenue la capitale de la France. L'emplacement de Paris, suivant l'heureuse expression de M. Élie de Beaumont, est un point d'attraction, comme les sommets des hautes montagnes sont des points de répulsion. Cette cité s'est donc formée spontanément, pour ainsi dire, et par la force des choses, sans que la volonté ou le concours de ses rois ait beaucoup contribué à son développement.

Ainsi Paris doit une partie de sa grandeur au petit fleuve qui le traverse; mais aussi ce petit fleuve, qui n'arriverait pas au dixième rang dans la classification des affluents d'un grand cours d'eau de l'Amérique ou de l'Asie, doit à notre ville sa juste célébrité, ses véritables lettres de noblesse.

L'histoire de la Seine se place donc naturellement en tête de celle de Paris. Je ne veux pas la faire remonter aux temps géologiques, où se sont déposés les sédiments qui forment la croûte du sol : la plus grande partie de la France était alors sous les flots de la mer, et la Seine n'existait pas encore. Ce récit doit commencer à l'époque où l'orographie de cette contrée s'est modelée,

où le réseau des vallées s'est creusé, et où l'homme a fait son apparition sur les bords de notre fleuve.

Cependant, pour l'intelligence de cette histoire, je dois donner des notions très sommaires sur les révolutions géologiques antérieures.

II.

Indications géologiques sommaires

Les personnes les plus étrangères à la géologie savent aujourd'hui que la plus grande partie de l'épiderme de notre globe est formée de terrains sédimentaires, qui se sont déposés soit au fond des mers, soit dans des lacs d'eau douce. Le granit et quelques autres terrains éruptifs sont seuls sortis du sein de la terre tels que nous les voyons aujourd'hui.

Le bassin de la Seine a été ainsi constitué. Il était autrefois entièrement submergé par la mer. Le Morvan, composé de terrain granitique, s'est élevé le premier au-dessus des flots; on voit, en effet, vers le sud de cette contrée, des lambeaux de terrains qui appartiennent aux plus vieux sédiments connus, et que les géologues ont nommés *terrains paléozoïques.* Les plus anciens, qui appartiennent à des formations marines, recouvrent les sommets élevés du Morvan; le plus récent est un dépôt de terrain houiller qui, au contraire, s'appuie sur la base du Morvan et pénètre dans l'Auxois. C'est une bande longue, étroite et très profonde, d'origine lacustre, comprise entre deux murs de porphyre, qui commence à Villers-les-Nonnains, dans le Morvan, et finit à Bierre-lez-Semur, dans l'Auxois. La houille est sèche et dure; elle est exploitée à quelques kilomètres d'Avallon, au village de Sincey.

Après les terrains paléozoïques ou primaires se sont déposés les terrains secondaires, comprenant les formations triasiques, jurassiques et crétacées.

Le *trias* est peu développé dans le bassin de la Seine; on en trouve des lambeaux disséminés autour du Morvan, dans la contrée connue sous le nom d'Auxois, et dont la petite ville de Semur est la capitale. Suivant M. Collenot, on ne rencontre dans cette localité que les deux étages supérieurs du trias, le keuper, et le bone-bed ou étage rhétien. Ces terrains sont représentés par des grès grossiers. Le plus ancien renferme aussi des argiles de couleurs variées (marnes irisées).

M. Collenot a trouvé sur le granit du Morvan, à Pensières et aux Loi-

sons, à 594 et 624 mètres d'altitude, des lambeaux de trias recouverts par les assises inférieures des terrains jurassiques. C'est un dépôt côtier, une trace de la mer qui entourait alors l'île du Morvan. M. Moreau a découvert, du côté d'Avallon, de nombreux vestiges de ce rivage, mais à une altitude inférieure.

C'est dans l'étage supérieur du trias que se trouvent la plupart des exploitations de sel gemme du globe, et notamment celles de l'est de la France, de la Meurthe et du Jura. Dans le bassin de la Seine, ces dépôts salins sont révélés par quelques sources trop peu abondantes pour être exploitées, telles que celles de Pouillenay près de Semur, du Vault-de-Lugny près d'Avallon, et de Saint-Père près de Vézelay; cependant elles avaient autrefois attiré la jalouse attention des administrations fiscales, qui les firent combler. Aujourd'hui on les reconnaît de loin aux nombreuses bandes de pigeons qui s'y abattent.

Il est probable que les lambeaux de terrain triasique dont le Morvan est entouré sont les restes d'un rivage de la mer, qui a déposé des masses énormes de terrain du même âge dans l'est de la France, et notamment dans les Vosges; il ne paraît pas que ces dépôts aient été considérables sur le revers océanien de la Bourgogne.

Les autres terrains secondaires se sont déposés en assises très puissantes dans le bassin de Paris, qui s'étend au delà des limites de celui de la Seine. Ce bassin avait la forme d'une cuvette, dans laquelle les divers sédiments de la mer se sont entassés les uns au-dessus des autres, en se relevant sur les bords, de telle sorte que, si l'on part des points extrêmes en marchant vers Paris, on trouve d'abord les tranches des terrains les plus anciens, puis successivement celles des plus modernes.

La mer dont les sédiments ont recouvert le trias a déposé les terrains de la Bourgogne. Cette mer était considérable et s'étendait bien au delà des limites du bassin parisien, car elle couvrait, notamment, une partie de l'Angleterre et l'emplacement des montagnes du Jura; ce qui a fait donner le nom de *terrains jurassiques* aux sédiments qu'elle a formés. Son rivage contournait le plateau central de la France, en passant par le Poitou et les Cévennes.

En nous limitant au bassin de la Seine, nous voyons que les *terrains ju-*

rassiques se composent, en commençant par la base, d'une puissante couche d'argile et de calcaires argileux d'environ 100 mètres d'épaisseur, qu'on nomme *lias*.

La partie du lias mise à nu dans le bassin de la Seine forme la ceinture du Morvan. Si l'on ne tient pas compte des lambeaux relevés avec le trias jusqu'à 5 et 600 mètres d'altitude au bord de cette région, on trouve que la masse de ce terrain n'excède guère 300 mètres d'altitude. Comme les autres terrains jurassiques montent jusqu'à 610 mètres, et le Morvan jusqu'à 900 mètres au moins, ce premier dépôt tapisse un fossé profond, au-dessus duquel le Morvan s'élève comme une gigantesque forteresse. C'est le fond de ce fossé qui forme la région connue sous le nom d'*Auxois*, région dont il a déjà été question ci-dessus, et dont il sera souvent fait mention dans cet ouvrage.

Le reste des terrains jurassiques constitue une masse de calcaires de 600 à 1000 mètres d'épaisseur ; ce sont les calcaires oolithiques, qui forment une chaîne de collines élevées, à laquelle on a donné les noms de *Bourgogne* et de *Côte-d'Or*. Cette chaîne sépare les bassins de la Seine, de la Saône et de l'Arroux, affluent de la Loire.

On trouvera plus loin les noms des principaux étages des calcaires oolithiques. Je me borne à mentionner ici les trois grandes divisions : l'*oolithe supérieure*, *moyenne* et *inférieure*.

La mer se retirait au fur et à mesure que les dépôts se formaient, soit parce que le sol se relevait, soit parce que les sédiments s'accumulaient jusqu'au niveau du rivage; car, si l'on part de la ligne de faîte de la chaîne de la Côte-d'Or, on trouve, d'abord, l'oolithe inférieure, puis, en descendant, l'oolithe moyenne, puis, plus bas encore, l'oolithe supérieure. Il est donc évident que le rivage s'éloignait de cette ligne de faîte et que des terres émergeaient au-dessus de la mer.

A la mer jurassique succéda une mer plus étendue encore, qui déposa les terrains crétacés; mais elle était plus rétrécie, dans le bassin de la Seine, que ne l'avait été la mer jurassique. On admettait même, dans ces derniers temps, qu'elle n'avait point franchi, comme cette dernière, le détroit de Dijon, qui sépare les Vosges du Morvan, et qu'elle avait laissé le Jura et la

Bourgogne à découvert; mais M. Jules Martin a trouvé des dépôts crétacés au delà de Dijon, et M. Collenot en a découvert sur les plateaux jurassiques de la banlieue de Semur. Il paraît donc démontré que la mer crétacée a franchi le détroit de Dijon, en s'étendant vers le Jura; elle n'a pas surmonté le détroit du Poitou, qui sépare la Bretagne du plateau central de la France.

Le rivage de cette mer, entre les Ardennes et le Morvan, était plus rapproché de Paris que celui de la mer jurassique; il passait à peu de distance de Saint-Fargeau et d'Auxerre, formait un grand sinus vers Dijon, et s'appuyait au pied des Ardennes, vers Hirson. On ne trouve aucune trace du cordon littoral, qui a été complètement détruit.

Les terrains crétacés du bassin de la Seine forment la Champagne, le pays de Bray et le fond des vallées de la Normandie. Ils se composent, à leur base, d'une grande masse d'argile et de sablons; c'est le terrain crétacé inférieur. Au-dessus s'élève la craie proprement dite, la craie blanche, qui se termine par ces assises à cordons de silex pyromaques que tous les Parisiens ont vues à Meudon.

Les plaines de la Champagne dessinent grossièrement un arc de cercle dont Paris est le centre; elles sont divisées en deux bandes, dont l'une, remarquable par le nombre des cours d'eau qui la sillonnent, la vigueur de la végétation des forêts qui la couvrent, est tapissée par le terrain crétacé *inférieur;* je la désignerai sous le nom de *Champagne humide*, par opposition au nom de *Champagne sèche* ou *pouilleuse*, qui a été donné au reste de la contrée, occupé par la craie blanche; cette bande aride contraste avec l'autre par la rareté des cours d'eau et l'absence presque complète d'arbres à feuilles caduques, dès que le sol s'élève à quelques mètres au-dessus de ces ruisseaux.

La mer se retirait et le rivage se rapprochait de Paris vers la fin du dépôt des terrains crétacés. Nous trouvons derrière Fontainebleau, vers Nemours, une trace certaine du rivage de la mer, qui a déposé au-dessus de la craie les terrains tertiaires les plus anciens : c'est un cordon littoral, composé de débris très roulés de silex pyromaques, auquel on a donné le nom de *poudingue de Nemours.*

Cette première mer tertiaire était, du reste, peu profonde dans le bassin de la Seine, et formait, entre les collines crayeuses de la Champagne et de

la Normandie, un golfe dans lequel les eaux douces remplaçaient souvent les eaux salées. Les terrains marins sont très dominants à la base des sédiments; les assises lacustres y sont rares et minces, mais elles deviennent de plus en plus puissantes, et finissent par exclure presque complètement les terrains marins. Cette partie inférieure du dépôt tertiaire porte le nom de *terrain éocène;* elle repose sur une couche d'argile et de sables, connue sous le nom d'*argile plastique.* Au-dessus s'élèvent, d'abord, le calcaire grossier, sur lequel et avec lequel Paris a été bâti en grande partie, puis les sables de Beauchamp; ces premières assises sont presque entièrement marines.

Les terrains lacustres sont, au contraire, très dominants dans les dépôts qui viennent ensuite; ils se composent d'abord de marnes et de calcaires marneux blanchâtres, renfermant quelques blocs épars de silex; c'est le calcaire lacustre de Saint-Ouen. Le grand lac qui l'a déposé s'étendait encore depuis Château-Thierry jusqu'à Meulan, quand la nature de ses sédiments a brusquement changé; le calcaire marneux a été remplacé par des couches alternantes de gypse et de marne.

Puis le golfe éocène a été envahi de nouveau par des eaux saumâtres, et une couche fluvio-marine d'argile, les *marnes vertes* [1], en a recouvert presque toute la surface. Cette assise, assez mince, mais qui s'étend sur toute la surface du golfe éocène parisien, est elle-même recouverte par un nouveau dépôt d'eau douce, les argiles à meulières de Brie.

Les terrains tertiaires, qui viennent ensuite, sont désignés sous le nom de terrains *miocènes.* Leurs premières assises sont marines, on n'en peut douter, car elles sont caractérisées par de grands bancs d'huîtres (*Ostrea longirostris, Ostrea cyathula*) qui reposent immédiatement sur les argiles *à meulières de la Brie;* puis, au-dessus, s'étend une épaisse couche de sablon marin, les *sables de Fontainebleau.* Quoique ces sables aient été presque entièrement emportés et détruits, je ferai voir que les premières mers miocènes recouvraient la plus grande partie du bassin de la Seine, s'élevaient à mi-côte le long de la chaîne de la Côte-d'Or, et venaient mourir au pied du Morvan [2].

[1] Glaises de Montmartre et de Belleville.

[2] Un de nos géologues les plus distingués, M. Alcide d'Orbigny, a émis l'idée que les sablons de Fontainebleau étaient d'anciennes dunes jetées par le vent sur le bassin de la Seine. Je ne sais si cette opinion a été appuyée par quelque autre géologue.

Puis la mer a été remplacée par un grand lac d'eau douce, qui a déposé le calcaire et les argiles à meulières de la Beauce [1]. Ces dépôts lacustres forment, entre Fontainebleau, Chartres et Versailles, une masse continue, entrecoupée seulement par les vallées. C'est la Beauce proprement dite. Nous les retrouvons encore çà et là, en lambeaux, des deux côtés de la Seine, à droite vis-à-vis de Meulan, à gauche en face de Vernon; mais nous perdons leur trace à peu de distance de ces deux points; ils manquent complètement le long de la rive gauche de l'Eure et sur toute la surface de la Normandie. Nous ne pouvons donc savoir si le lac de la Beauce s'est étendu au delà de ces limites.

Ici s'arrête la série des terrains sédimentaires du bassin de la Seine; le terrain miocène supérieur, la dernière assise des terrains tertiaires, le pliocène marin, n'y sont point représentés, soit qu'ils ne s'y soient point déposés, soit qu'ils aient été emportés par les eaux courantes. Les derniers dépôts, formés par des eaux courantes, ont recouvert de leur manteau limoneux ou sableux les sédiments des mers ou des grands lacs.

C'est à la série de phénomènes géologiques dont je viens de tracer une esquisse bien sommaire, que le bassin de la Seine doit la grande variété de terrains qui fait sa richesse.

[illegible] entre les divisions géologiques et géographiques.

A la limite géologique de chacun de ces terrains correspondait autrefois une limite géographique. Les conquêtes, les arrangements de famille des grands vassaux des rois de France, avaient sans doute fait plus d'une échancrure dans ces divisions naturelles. Mais les motifs qui avaient guidé les anciens délimitateurs étaient encore parfaitement reconnaissables, lorsque la Révolution a fait cette découpure arbitraire en départements, qui n'est propre qu'à fatiguer la mémoire de nos enfants et à leur rendre impossible la véritable étude de la géographie.

Le tableau suivant donne en regard le rapprochement des noms géographiques et géologiques. Je mets de côté le trias, trop peu étendu pour former une contrée géographique.

(1) Suivant M. Deshayes, les sables de Fontainebleau et les calcaires de la Beauce feraient encore partie des terrains éocènes; les terrains miocènes manqueraient complètement dans le bassin de la Seine.

DÉSIGNATIONS

Géologiques.				Géographiques.	
Terrains de transport des plateaux avec silex				Vexin normand. — Pays de Caux.	
Terrains tertiaires	miocène	supérieur	Manque dans le bassin de la Seine.		
		moyen	Calcaire et argile à meulières de Beauce	Beauce proprement dite.	
		inférieur	Sables de Fontainebleau.		
			Argiles du Gâtinais [1]	Gâtinais.	
	éocène	supérieur	Argiles à meulières de Brie	Brie.	
			Marnes vertes et gypse		
		inférieur	Calcaire lacustre de Saint-Ouen	Vexin français. — Île de France. — Valois. — Tardenois. — Soissonnais.	
			Sables de Beauchamp		
			Calcaire grossier		
			Sables à nummulites		
			Argiles plastiques et lignites		
			Sables du Soissonnais		
			Argile à silex de Beauce	Beauce de la rive gauche de l'Eure.	
Terrains crétacés	supérieur	Craie blanche avec ou sans silex pyromaque	Craie supérieure, craie marneuse et green-sand supérieur	Champagne sèche ou pouilleuse. Vallées normandes et du bassin de l'Eure.	
	inférieur	Sables et argiles	Gault et green-sand inférieur	Champagne humide et pays de Bray.	
			Terrain néocomien		
Terrains jurassiques.	Calcaires oolithiques	supérieur	Portlandien	Basse Bourgogne.	Bourgogne.
			Kimméridien		
		moyen	Corallien		
			Oxfordien		
			Kellowien		
		inférieur	Grande oolithe	Montagne.	
			Terre à foulon		
			Calcaire à entroques		
	Lias	supérieur	Marnes supérieures	Auxois. Plaine de Corbigny. Langrois.	
			Calcaires à ciment de Vassy		
		moyen	Calcaires à gryphées cymbium		
			Marnes moyennes		
			Calcaires à bélemnites		
		inférieur	Calcaires à gryphées arquées		
			Marnes inférieures et calcaires à cardinies (infra-lias)		
Terrain granitique				Morvan.	

[1] Il n'est point établi que les argiles du Gâtinais soient miocènes; peut-être sont-elles éocènes.

III.

Longueur des temps géologiques.

Cette introduction ne peut être une histoire paléontologique; je me bornerai donc à dire quelques mots de la faune et de la flore de ces temps anciens, pour donner une idée de la longueur des temps géologiques, des variations du climat, du développement de la vie à la surface du globe terrestre et particulièrement du bassin de notre fleuve.

La longueur des temps géologiques est attestée non seulement par la puissante épaisseur des sédiments dont il vient d'être question, mais encore par leur composition. Ainsi la sonde des puits artésiens de Passy et de Grenelle a traversé 400 mètres environ de craie blanche, et cette craie est formée, pour les 70 centièmes de sa masse, de l'accumulation de coquilles microscopiques, principalement de foraminifères.

Les calcaires jurassiques, dans certaines parties, sont formés d'accumulations de bras de crinoïdes, de la famille des échinodermes. Telles sont les assises du calcaire à entroques, qui entourent l'Auxois et la montagne de Langres, et n'ont pas moins de 10 à 15 mètres d'épaisseur. Telles sont encore, à côté du bassin de la Seine, ces assises coralliennes des environs de Commercy, d'où provient cette belle pierre de taille récemment introduite à Paris sous le nom de *pierre d'Euville.*

Mais ce qui démontre mieux encore la longueur de la série des siècles écoulés pendant la formation de ces sédiments, c'est la succession des faunes entièrement différentes, que l'on constate en passant, pour ainsi dire, d'un feuillet à l'autre.

Succession des faunes marines et terrestres.

Faut-il admettre, pour chacune de ces pellicules de la terre, une création nouvelle, une émigration de tous les êtres animés, ou la modification successive et complète de toutes les espèces et même de tous les genres? On raisonnera longtemps encore sur ces différents systèmes, avant de sortir des hypothèses; mais tout le monde reconnaît aujourd'hui que ces modifications de la vie ont exigé un temps immense, dont nous ne pouvons nous faire une idée.

Le bassin de la Seine n'est pas très favorable à cette étude du développe-

ment des êtres organisés; les sédiments plus anciens que les terrains jurassiques y manquent presque complètement, et les restes des animaux terrestres qu'on y trouve ne descendent pas au-dessous des terrains tertiaires éocènes. Mais, en tenant compte des faits observés dans les régions voisines, on arrive immédiatement aux résultats les plus intéressants.

Les mollusques atteignent leur plus haut niveau de perfection dans les mers les plus anciennes

Examinons d'abord les mollusques marins ou fluviatiles. Nous reconnaîtrons facilement que les êtres les plus élevés, les plus parfaits de cette classe, les céphalopodes, se trouvent en abondance dans les plus anciens sédiments marins. Des centaines d'espèces vivaient dans les mers paléozoïques ou primaires; ils ne sont plus représentés, dans nos mers actuelles, que par un petit nombre de genres, dont un seul, le nautile, vit dans une coquille; les autres, les poulpes, les sèches, les calmars, sont dépourvus de test, et il est difficile de dire quels étaient leurs représentants dans les mers anciennes.

Leurs restes sont encore très nombreux dans les terrains secondaires; les genres les plus remarquables sont les *ammonites*, les *bélemnites* et les *nautiles;* on compte en outre dans le terrain jurassique, mais en petit nombre, des *ancyloceras* et des *toxoceras* (?), et dans le terrain crétacé, outre les *ancyloceras* et les *toxoceras*, des *scaphites*, des *baculites* et des *turrulites*. Je ne parlerai ici que des deux genres les plus généralement répandus dans ces terrains, et qui, de plus, ont l'avantage d'être connus de tout le monde, les ammonites et les bélemnites.

Les ammonites commencent au trias. Elles ont pris leur plus grand développement dans le jurassique inférieur, dans le lias, et persistent jusque dans les dernières assises du terrain crétacé, la craie de Maestricht; mais elles n'existent plus dans le terrain tertiaire.

Les premières bélemnites apparaissent dans les assises inférieures du lias, dans le calcaire à gryphées arquées, et se retrouvent dans plusieurs assises des terrains jurassiques et crétacés; mais, comme les ammonites, elles manquent dans le terrain tertiaire.

Dans le jurassique et le crétacé du bassin de la Seine, ces deux genres de céphalopodes sont très développés, surtout dans les terrains liasiques de l'Auxois qui forment la ceinture du Morvan.

Ainsi nous voyons les céphalopodes, c'est-à-dire les invertébrés les plus

parfaits, prendre leur plus grand développement dans les terrains sédimentaires les plus anciens. Nombreux encore dans le terrain jurassique et le terrain crétacé, ils ne sont plus représentés que par un seul genre, les nautiles, dans les terrains tertiaires, et même dans nos mers actuelles, si nous ne comptons pas les mollusques dépourvus de test.

Le plus haut degré de grandeur et de perfection des vertébrés à sang froid correspond aux terrains secondaires; il s'abaisse dans les terrains tertiaires et modernes.

Si, dans les vertébrés à sang froid, nous considérons la classe la plus élevée, celle des reptiles, nous voyons qu'elle atteint son plus grand développement et sa plus grande perfection dans les terrains crétacés et jurassiques, surtout dans ces derniers.

A peine représentés par quelques espèces dans les terrains paléozoïques, les reptiles deviennent extrêmement nombreux dans les assises inférieures du terrain jurassique, dans le lias, où se trouvent des lézards marins d'une taille gigantesque.

Il existe en Angleterre une contrée, *Lyme Regis*, où les restes de ces immenses sauriens se sont conservés entiers entre les feuillets d'argile du lias, aplatis comme les plantes entre les feuillets d'un herbier. C'est au British Museum qu'il faut voir ces curieux restes d'une faune si complètement différente de notre faune moderne, ces *ichthyosaures*, monstres marins non moins grands et non moins redoutables que nos crocodiles d'eau douce, ces singuliers *plésiosaures*, avec leur long cou de cygne, si bien faits pour barboter dans la mer fangeuse du lias, ces *pliosaures*, dont on ne voit que quelques ossements, mais qui devaient dépasser en grandeur les autres sauriens, à peu près comme l'éléphant dépasse le bœuf et le cheval.

Les restes de ces gigantesques reptiles ne sont pas rares dans le lias du bassin de la Seine. MM. Moreau et Martins ont découvert près d'Avallon, à la base du lias moyen, le squelette presque complet d'un plésiosaure. M. Martins a emporté la tête; j'ai vu le reste des ossements chez M. Moreau. On découvre fréquemment, dans la même contrée, des vertèbres, des mâchoires, jusqu'à des yeux de grands sauriens, surtout dans les carrières de ciment de Vassy. Mais je ne pense pas qu'on ait jamais trouvé, dans le bassin de la Seine, aucun squelette entier comparable aux épaves des argiles de Lyme Regis.

Les grands sauriens sont encore très bien représentés, dans le reste du terrain jurassique, surtout par les *téléosaures*. M. Deslonchamps a découvert près de Caen, dans l'oolithe inférieure, de nombreux restes de ces énormes sauriens. On peut en voir les moulages au Muséum de Paris.

C'est dans le terrain crétacé qu'on trouve ces immenses lézards nommés *mosasaures* et *iguanodons*.

Tous ces monstres « sont doués de formes si différentes de ce que nous « voyons autour de nous, dit M. d'Omalius d'Halloy, que, si des squelettes « presque entiers n'étaient venus confirmer les premières prévisions des ana« tomistes, on croirait que des imaginations malades pouvaient seules conce« voir l'existence de semblables êtres. »

Les grands sauriens ne sont plus représentés dans le terrain tertiaire que par quelques crocodiles, dont l'un, provenant du gypse parisien, a été décrit par Cuvier. De nos jours, ils n'ont plus d'autres représentants que nos crocodiles, qui sont restés les êtres les plus parfaits de cette classe de vertébrés.

Voilà donc toute une classe d'êtres vivants qui, à peine représentée par quelques espèces dans les mers les plus anciennes, prend son plus grand développement dans les mers secondaires, et va en dégénérant dans les temps tertiaires et modernes.

Considérons maintenant les vertébrés à sang chaud, surtout les mammifères. Nous ne trouverons plus des traces aussi nombreuses, une collection aussi complète de ces animaux, presque tous terrestres. Les restes d'animaux aquatiques se conservent indéfiniment dans les sédiments marins ou lacustres. Les cadavres des animaux terrestres sont promptement détruits par les agents atmosphériques, et nous ne trouvons aujourd'hui que les ossements enfouis dans les graviers des eaux courantes, dans les sédiments des lacs, sous les stalagmites des cavernes et dans les fissures des rochers. Il existe même un immense hiatus dans la série des découvertes, puisqu'on ne connaît aucun mammifère terrestre appartenant à l'étage crétacé.

La plus grande perfection des vertébrés à sang chaud correspond à la fin de l'époque tertiaire et à l'époque quaternaire, ils dégénèrent dans les temps modernes.

On admettait, du temps de Cuvier, que les premiers animaux à sang chaud étaient contemporains des terrains tertiaires éocènes. Cuvier avait découvert un lophiodon, sorte de tapir, dans les lignites du Soissonnais. Mais on croyait

que cette première faune s'était développée surtout dans le temps où se déposaient les gypses de Montmartre.

Cependant, dès 1818, on découvrait en Angleterre, à Stonesfield, un mammifère dans les schistes du terrain jurassique moyen (argile d'Oxford). Depuis, ces découvertes se sont singulièrement étendues. On a trouvé des ossements de mammifères près de Stuttgard, en Allemagne, et à Bristol, jusque dans le trias, c'est-à-dire au-dessous du terrain jurassique. On connaît aujourd'hui une vingtaine d'espèces de ces anciens vertébrés à sang chaud, provenant soit du terrain triasique, soit du terrain jurassique, toutes très petites et appartenant probablement à un type inférieur, celui des marsupiaux (sarigue, kangouroo, opossum, etc.).

Il serait peut-être téméraire de dire que les mammifères d'un ordre plus élevé, les quadrupèdes placentaires, aient manqué complètement dans cette faune dont nous ne connaissons qu'un si petit nombre de représentants, surtout si nous considérons que ces restes ont été recueillis en quatre points du globe peu éloignés les uns des autres, Stonesfield, Purbeck, Bristol en Angleterre, Stuttgard en Allemagne. Cependant, dans l'état actuel de la science, nous devons admettre, sous toutes réserves, que les premiers animaux à sang chaud, comme ceux des terrains triasiques et jurassiques, appartiennent à un type inférieur, *à la famille des marsupiaux*, si développée de nos jours encore dans l'Australie.

Si nous sautons par-dessus l'hiatus des terrains crétacés, où les animaux à sang chaud manquent, nous trouvons dans les terrains tertiaires d'assez nombreux représentants de cette faune. Resserrons-nous dans le bassin de Paris: on a recueilli dans les terrains tertiaires les plus anciens, l'argile plastique, l'argile de Londres, le calcaire grossier, le calcaire de Saint-Ouen, une cinquantaine d'espèces.

C'est surtout dans le gypse parisien que ces anciens mammifères ont été découverts en grand nombre; notre grand naturaliste Cuvier a le premier attiré l'attention des savants sur cette faune, et le livre qu'il a écrit sur ce sujet restera comme un monument de notre époque.

Les mammifères des terrains tertiaires éocènes appartiennent presque tous au groupe des animaux placentaires, et sont, par conséquent, d'un type

plus élevé que ceux dont il a été question ci-dessus; le plus grand nombre fait partie de la famille des pachydermes et se rapproche du genre tapir; ils sont donc loin d'appartenir aux genres les plus parfaits des vertébrés à sang chaud. M. Lartet a constaté aussi que le cerveau des animaux de cette époque était notablement moins développé, que leur système dentaire était moins solide, moins durable, que ceux des animaux similaires des terrains tertiaires supérieurs et quaternaires, ou qui habitent aujourd'hui notre planète.

Dans les terrains miocènes qui viennent ensuite, nous voyons les mammifères à sang chaud se développer en nombre, en grandeur et en intelligence. C'est dans ce terrain qu'on trouve les restes du mastodonte, du dinothérium, de l'anthracothérium, de l'amphycion; les singes, et notamment un grand singe antropomorphe, le *dryopithecus Fontani*, s'y montrent pour la première fois.

Ce grand singe, d'environ 1^{m},30 de hauteur, a été découvert par M. Fontan, à Saint-Gaudens. Il tient, suivant M. Éd. Lartet, un rang très élevé parmi les vertébrés à sang chaud. « Le nouveau singe fossile, dit ce natura-« liste, vient se placer, avec des caractères supérieurs à certains points de « vue, dans le groupe des simiens qui comprend déjà le chimpanzé, l'orang, « le gorille, les gibbons et le petit singe fossile de Sansan. »

C'est au terrain miocène qu'appartient le gisement de Sansan, dans le département du Gers, gisement découvert par M. Lartet, et qui est aujourd'hui la propriété de notre Muséum. C'est un véritable ossuaire, renfermant soixante et douze espèces de mammifères, des oiseaux, des reptiles, des lézards, etc. M. Lartet y a découvert notamment un singe, *hylobates antiquus*, cinq espèces de *felis*, un *dinothérium*, trois *mastodontes*, trois *rhinocéros*, l'*anchithérium*, ce singulier cheval qui porte à chaque pied trois sabots, dont un seul était utile, un grand édenté, le *macrothérium*, etc. Les nombreuses découvertes de M. Lartet et, après lui, de M. Alphonse Milne Edwards, n'ont certainement pas épuisé cette mine précieuse.

L'Auvergne n'est pas moins riche en débris de la faune des vertébrés à sang chaud miocènes. Je ne puis énumérer toutes les localités où cette faune a laissé des traces; jusqu'ici on n'a recueilli, dans le bassin de la Seine, que des ossements de l'*halithérium Guettardi*, animal voisin du lamantin et de la famille des siréniens. (Étampes, Belleville, Marly, Longjumeau.)

Nous arrivons ainsi à l'époque de l'histoire de la terre où commence cet ouvrage, c'est-à-dire à la révolution géologique qui a donné au bassin de la Seine, et à bien d'autres contrées, leur relief actuel. C'est immédiatement avant et après cette révolution que les vertébrés à sang chaud, l'homme excepté, paraissent avoir atteint leur plus grand développement; c'est alors que notre Europe et l'Amérique étaient habitées par ces monstrueux quadrupèdes dont il sera question plus loin.

On ne peut donc nier que, depuis cette époque ancienne, les vertébrés à sang chaud n'aient suivi une marche en quelque sorte rétrograde.

D'après la loi que le Créateur semble s'être imposée, c'était alors que devait apparaître une autre classe d'êtres organisés, plus puissants et plus intelligents, et c'est, en effet, au moment du développement maximum des autres vertébrés à sang chaud, que l'homme se montre sur la terre.

On a cherché à expliquer par bien des systèmes cette succession des êtres organisés à la surface de notre planète; mais, soit qu'on adopte la brillante hypothèse de Darwin sur la transformation des êtres vivants par sélection naturelle, soit qu'on soutienne l'ancienne opinion des créations successives, soit qu'on reste, hors du champ des hypothèses, dans une réserve prudente, il semble qu'on soit autorisé à admettre, d'après l'état actuel de nos connaissances, que le Créateur ait d'abord porté sa bienveillante action sur la classe des invertébrés, pour l'élever à son plus haut degré de perfection; puis qu'il l'ait abandonnée pour développer les vertébrés à sang froid, jusqu'à ce qu'ils aient atteint leur maximum de développement; puis qu'il se soit attaché aux vertébrés à sang chaud et qu'il les ait constamment élevés en grandeur et en intelligence, jusqu'au jour où il a couronné son œuvre par la création de l'homme.

IV.

[illegible] des vertébrés à sang chaud [illegible]

Cet ouvrage comprend l'histoire du bassin de la Seine, à partir de la révolution géologique qui lui a donné son relief actuel, jusqu'à l'origine de l'époque moderne. Je chercherai à donner une idée de ces temps étranges, où les animaux des zones glaciale et torride semblaient s'être donné rendez-vous sur le sol de la zone tempérée, avec l'homme à l'état sauvage.

Mais je dois préalablement dire quelques mots des vertébrés à sang chaud qui ont vécu sur le bassin de la Seine avant l'époque où commence cette histoire, et dont les restes sont pour nous spécialement intéressants, par leur rapprochement de Paris. J'ai dit qu'on n'avait trouvé jusqu'ici aucune trace de vertébrés à sang chaud terrestres dans les terrains jurassiques et crétacés de ce bassin, ni même dans le terrain miocène. Mais les restes de ces animaux sont assez nombreux dans les terrains tertiaires éocènes, surtout dans le gypse parisien.

Voici les principales découvertes faites par Cuvier et les autres géologues français. Je commence naturellement par les couches les plus basses.

M. Hébert a décrit un *coryphodon* et un grand oiseau, le *gastornis*, trouvés dans les conglomérats qui reposent sur la craie de Meudon.

Blainville a fait connaître les ossements de trois espèces de mammifères du même terrain.

Parmi les découvertes de Cuvier, on peut citer un *lophiodon* provenant des lignites du Soissonnais.

M. Pomel a décrit un autre *lophiodon* trouvé dans les mêmes lignites.

M. le docteur Robert a recueilli les ossements d'un *lophiodon* et d'un *dichobune* dans le calcaire grossier parisien.

Dans le calcaire de Saint-Ouen, M. Paul Gervais a découvert l'*anchilophus Desmarestii*, M. Delesse un *rongeur*.

C'est surtout dans le gypse que les découvertes ont été nombreuses.

Cuvier, le premier, dans son immortel ouvrage, a débrouillé cette faune si difficile[1]. En résumé, voici les noms des principaux vertébrés à sang chaud dont les restes ont été trouvés dans le terrain éocène parisien :

Conglomérats de Meudon et sables de Bracheux.

Coryphodon Owenii.
Arctocyon primævus.
Palæonictis (?)
Carnassier indéterminé.
Rongeur indéterminé.
Gastornis (oiseau).

Lignites du Soissonnais.

Deux *Lophiodons*.
Coryphodon anthracoideum.
Viverra (genette) *gigantea*.

(1) *Recherches sur les ossements fossiles.*

Calcaire grossier et de Saint-Ouen.

Dichobune robertianum, environs de Paris.
——— *suillum*, Passy, Nanterre.
Anchilophus Desmarestii, Batignolles.
Pachynolophus Prevostii, Gentilly.
——— *Duvalii*, Nanterre, Passy, Vaugirard.
Hyracotherium Duvalii, Passy.
Palophotherium codiciense.
Lophiodon parisiense.
——— *medium.*
——— *minutum.*
——— *minimum.*
——— *parvulum.*
Palæonictis.

Gypse (faune décrite par Cuvier).

Palæotherium crassum.
——— *medium.*
——— *magnum.*
——— *latum.*
——— *curtum.*
——— *minus.*
——— *minimum.*
Anoplotherium commune.
——— *secundarium.*
Anoplotherium gracile.
——— *leporinum.*
——— *murinum.*
Chæropotamus parisiensis.
Adapis parisiensis.
Canis parisiensis.
Vespertilio parisiensis.
Didelphis Cuvieri.
Myoxus Cuvieri.

Gypse (faune décrite depuis Cuvier).

Cyotherium parisiense.
Viverra parisiensis.
Galethylax Blainvillii.
Hyænodon parisiensis.
Pterodon Dæsyuroides.
Peratherium Laurillardi.
Sciurus (écureuil).

Puis, enfin, trois ou quatre espèces d'oiseaux dont parle Cuvier.

Il convient aussi de faire connaître sommairement les principaux traits de la flore de ces temps anciens.

La flore du petit lambeau de terrain houiller dont il a été question ci-dessus a été étudiée par M. l'ingénieur des mines Guillebot de Nerville; les plantes reconnues par lui appartiennent aux genres suivants :

Dicotyledones gymnospermes, sigillaria.
Asterophyllites, annularia.
Monocotyledones, palmacites.
Cryptogames acrogènes, fougères.
Pecopteris, *Nevropteris*, *Sphenopteris.*
Équisitacées, calamites.
Lycopodiacées, lépidodendron.

Les traces de la vie végétale manquent dans les autres terrains sédimen-

taires, excepté dans les terrains éocènes. La flore de ces derniers terrains est très intéressante, parce qu'elle jette un certain jour sur le climat, à cette époque si éloignée de nous.

Les restes les plus nombreux, sinon les mieux conservés, se trouvent dans les plus anciennes assises, dans les argiles et les sables qui reposent sur la craie.

C'est d'abord une immense forêt, qui a été renversée et momifiée dans les mers de l'argile plastique des bords de l'Yonne. Cette forêt couvre une surface de plusieurs kilomètres carrés sur le territoire du bourg de Dixmont et des communes voisines, de chaque côté de la petite vallée de Saint-Ange, qui débouche dans l'Yonne en aval de Villeneuve-le-Roi. Des tronçons d'arbres, souvent de plus d'un mètre de diamètre, gisent entiers avec leur écorce, enfouis, partie dans la glaise panachée, partie dans le sablon blanc des terrains éocènes inférieurs. En apparence, le ligneux est bien conservé, mais il est sans consistance; il brûle avec une forte odeur d'acide pyroligneux. On y reconnaît surtout des conifères; mais M. d'Eichtal, concessionnaire de cette mine de lignites, prétend qu'on y trouve aussi des chênes et même des glands. Une étude plus attentive de cette forêt y ferait reconnaître sans doute la plupart des arbres des lignites du Soissonnais.

C'est, en effet, au même horizon géologique qu'appartient ce singulier dépôt charbonneux qu'on trouve dans l'argile plastique vers les limites de la Champagne et de la Brie, dans les vallées de la Marne et surtout de l'Aisne et de ses principaux affluents. Ces lignites sont dus évidemment à une accumulation d'arbres entraînés dans le golfe éocène, soit par les cours d'eau, soit par la chute des falaises. Notre illustre naturaliste Brongniart a reconnu que les lignites du Soissonnais sont formés de débris d'arbres dicotylédones indéterminables, auxquels il a donné le nom d'*Exogenites*[1].

C'est dans un dépôt d'eau douce plus bas encore, situé dans le voisinage de Sézanne, que M. le comte Gaston de Saporta[2] a recueilli les débris d'une flore nombreuse composée de quatre-vingt-dix espèces, dont vingt-quatre peuvent être assimilées à des espèces actuellement vivantes et appartenant à la flore tropicale.

[1] *Description géologique des environs de Paris.* — [2] *Mémoires de la Société géologique*, 2e série, t. VIII.

Brongniart a décrit les nombreux restes de plantes et de bois fossiles qu'on trouve dans le calcaire grossier et le gypse parisien. Il est singulier qu'aucun des genres auxquels ces plantes appartiennent ne se retrouve dans la flore de Sézanne; sans doute les plantes étaient cantonnées comme de nos jours, et les flores étaient très différentes suivant les lieux et les terrains. Mais on peut croire aussi que les temps immenses qui ont séparé la formation du travertin de Sézanne et celle du calcaire grossier ont pu apporter une notable modification dans les flores aussi bien que dans les faunes.

Brongniart constate l'existence de nombreux palmiers dans le gypse de Paris. Ces palmiers et les vingt-quatre espèces de plantes tropicales trouvées par M. de Saporta dans le travertin de Sézanne prouvent que le climat du bassin de la Seine était très chaud pendant l'époque éocène.

Les nombreux restes de charas et d'autres plantes aquatiques, recueillis à la surface de la Brie par Brongniart, semblent démontrer que les terrains à meulières se sont formés dans un marais plutôt que dans un lac profond.

Je me borne à ces indications sur la flore des terrains tertiaires du bassin de la Seine [1].

V.

Cet ouvrage comprend l'histoire du bassin de la Seine entre la dernière convulsion des Alpes et l'invasion des tourbes, c'est-à-dire pendant l'époque quaternaire.

L'ouvrage qui va suivre n'est qu'une monographie; il me semble donc nécessaire de traiter, dans cette introduction, la question d'une manière plus générale, et d'indiquer les traits principaux de cette singulière époque de l'histoire de la terre, où l'homme vivait, dans notre Europe, avec les animaux des zones torride et glaciale.

Parmi ceux qui habitaient alors la France, on compte plusieurs espèces de lion ou tigre, dont deux de la plus grande taille; un ours énorme (*Ursus spelæus*), des hyènes, le mammouth (*Elephas primigenius*) et deux autres espèces d'éléphant, plusieurs rhinocéros, l'hippopotame, etc. Avec ces grands mammifères des climats chauds se trouvaient le renne, le bœuf musqué, la marmotte, qui se sont réfugiés aujourd'hui dans les régions polaires ou dans les montagnes à la limite des neiges.

[1] On peut consulter le mémoire précité de M. de Saporta, la *Description géologique des environs de Paris*, par Cuvier et Brongniart, et l'ouvrage de M. Watelet : *Plantes fossiles du bassin de Paris*.

D'autres, l'élan, l'aurochs, ont fui devant l'homme et se sont retirés dans les forêts presque désertes de l'Europe centrale ou septentrionale. L'urus (*Bos primigenius*) a disparu à l'origine des temps historiques; il a longtemps habité les forêts de la Gaule et de la Germanie, après les autres animaux qui ont émigré ou dont les races se sont éteintes.

On a donné différents noms à cette époque géologique; on l'a appelée *époque quaternaire*, *post-pliocène*, *pleistocène*. Je ne pense pas que ces deux derniers noms puissent être adoptés; le premier conviendrait très bien, si l'on voulait faire remonter plus haut cette série de siècles, en y comprenant l'époque pliocène, et la prolonger jusqu'à nous. Si même on veut la rendre comparable aux grandes séries des temps paléozoïques, secondaires et tertiaires, il faut admettre que nous ne sommes encore qu'à l'origine de l'époque quaternaire. Appliqué à l'époque spéciale dont je m'occupe, ce nom n'est donc pas plus convenable que les autres.

Mais, pour éviter la plus regrettable des confusions, celle des noms, j'admettrai, comme la plupart des géologues, que l'époque quaternaire a commencé au moment où, par suite du dernier soulèvement des Alpes, les terrains pliocènes, marins ou lacustres, sont sortis des eaux, et où notre Europe a pris, à très peu près, son relief actuel, et que cette époque s'est terminée dans les temps où les tourbes envahirent nos cours d'eau.

Je vais faire voir que l'homme habitait alors l'Europe, qu'il était à l'état sauvage, et qu'avec les ossements des animaux dont j'ai déjà donné quelques noms, on trouve partout des débris de sa grossière industrie, dans les graviers et les limons des cours d'eau, dans les boues et sous les stalagmites des cavernes, dans des sépultures, des stations de chasse, peut-être des centres d'habitation permanents.

Les armes et ustensiles dont il faisait usage sont tous en silex, taillés et non polis, en os et en bois de renne ou de cerf. Le nom d'*âge de la pierre taillée* conviendrait donc très bien à cette époque de l'histoire de la terre, si un grand nombre de peuplades, restées à l'état sauvage, n'avaient conservé l'usage de ces grossiers instruments longtemps après la disparition du mammouth et l'invasion des tourbes. Mais ce nom est parfaitement applicable à cette partie de l'histoire de notre Europe et des bords de la Méditerranée.

C'est donc l'histoire du bassin de la Seine pendant l'époque quaternaire ou l'âge de la pierre taillée que je me propose de faire connaître dans ce volume.

Je ferai voir que, dès l'origine, le relief de ce bassin était à très peu près ce qu'il est aujourd'hui, et qu'il n'a pas été sensiblement modifié depuis. Le golfe dans lequel se sont déposés les calcaires, les marnes, les sables, les gypses et les meulières qui constituent les terrains éocènes parisiens, était comblé depuis longtemps, puisque par-dessus s'étaient étendus, d'abord la mer qui a déposé les sables de Fontainebleau, puis le lac au fond duquel se sont stratifiés le calcaire de Beauce et les meulières de Montmorency. Je démontrerai que c'est un phénomène violent, une grande et rapide invasion d'eau, qui a détruit ces derniers terrains, en parcourant tout le bassin avec une vitesse inouïe, dans la direction de sa pente générale, du sud-est au nord-ouest.

On donne le nom de *terrain de transport* aux relais de ces eaux courantes, c'est-à-dire aux limons qu'elles laissent derrière elles sur les terrains plats, et aux graviers qui s'étendent en longs cordons, habituellement au fond ou au bord des vallées, quelquefois sur les plateaux, dépôts analogues à ceux que laisse, après son retrait, l'eau de nos rivières débordées, ou qui tapissent le fond de leurs lits. On verra, dans la deuxième partie de cet ouvrage, que ces relais, dans le fond des principales vallées du bassin de la Seine, ont été remaniés par de grands cours d'eau. On comprend facilement qu'il n'y a aucune analogie entre les terrains sédimentaires dont il a été question jusqu'ici, déposés dans les eaux calmes et profondes d'une mer ou d'un lac, et les terrains de transport tumultueusement apportés par des courants rapides.

C'est à cette invasion des eaux courantes que le bassin de la Seine doit son modelé actuel, ses vallées et les grandes érosions qui, de distance en distance, le traversent presque en entier.

Je crois que les preuves que j'en donnerai sont très solides[1], et il me paraît absolument impossible d'expliquer autrement les grands traits de cette orographie. N'écrivant qu'une monographie, je pourrais me borner à cette énonciation, laissant à ceux qui s'occupent de l'histoire générale du globe le soin

[1] Voir la première partie de cet ouvrage.

de rattacher ce fait aux phénomènes généraux qui ont modifié l'ensemble du relief de la terre. J'étais même décidé à rester dans cette prudente position du monographe ; mais mes amis n'ont point partagé ma manière de voir : suivant eux, je dois faire connaître le fond de ma pensée sur ce point délicat.

VI.

Étude des phénomènes généraux qui ont modelé le bassin de la Seine

Il est certain que le phénomène, quel qu'il soit, qui a modelé le bassin de la Seine, a commencé entre l'émergement des calcaires de la Beauce et le soulèvement des marnes bleues et des autres terrains pliocènes qui tapissent le pied des Alpes et des Apennins. On peut même dire que ce travail était presque terminé à cette dernière époque, puisque l'éléphant méridional, qui appartient à la fin de l'époque pliocène ou au commencement de l'époque quaternaire, a vécu sur les bords de l'Eure, et que l'ours des cavernes, un des plus anciens animaux de l'époque quaternaire, a habité les grottes d'Arcy, à 3 mètres seulement au-dessus du fond d'une des principales vallées qui descendent du Morvan, la vallée de la Cure.

Or c'est précisément à cette époque de l'histoire de la terre, c'est-à-dire entre le relèvement des calcaires de Beauce et celui des marnes bleues subapennines, qu'ont eu lieu les dernières convulsions terrestres qui ont donné aux Alpes leur relief actuel. Suivant M. Élie de Beaumont, ce soulèvement a été très rapide et de courte durée ; d'après les géologues anglais, et notamment sir Ch. Lyell, il a été d'une lenteur extrême, a exigé des milliers de siècles pour s'accomplir, et est analogue aux phénomènes de relèvements lents dont nous constatons encore l'existence aujourd'hui sur les côtes de Norwége et d'Écosse. Je partage l'opinion de M. Élie de Beaumont ; je crois que le soulèvement des Alpes s'est fait rapidement, et que c'est à ce grand cataclysme qu'il faut attribuer le déplacement d'eau qui a raviné le bassin de la Seine.

Dans la discussion qui va suivre, je distinguerai soigneusement deux choses qu'on a trop souvent confondues, les *actions lentes* et les *causes actuelles*. Je suis grand partisan des *causes actuelles*, c'est-à-dire des forces qui sont encore en jeu dans la nature. Ces forces, à la vérité, ne produisent aujourd'hui que des *actions lentes*, parce que nous sommes dans une période

de tranquillité géologique; mais, dans les temps de convulsion, de soulèvement des grandes chaînes de montagnes notamment, elles ont pu produire des mouvements rapides du sol et des actions violentes. Étendre à tout le passé la lenteur avec laquelle les phénomènes géologiques s'accomplissent de nos jours, c'est convertir en axiome une hypothèse qui n'est justifiée ni par les faits ni même par les probabilités.

Ainsi que je l'ai exposé ci-dessus, le relief du bassin de la Seine s'est modelé après le dépôt des terrains miocènes inférieurs, c'est-à-dire dans les convulsions qui ont bouleversé la terre entre le dépôt des terrains lacustres de la Beauce et la fin de l'époque pliocène.

Ce grand ravinement se rattache au phénomène du soulèvement des Alpes. Pour bien le comprendre, il faut étudier le terrain de transport, non plus dans le bassin de la Seine, mais dans les vallées des Alpes. D'après les travaux les plus récents des géologues suisses, nous trouvons que les terrains de transport de ces montagnes se divisent en trois parties.

1° Au fond des vallées se trouve l'*alluvion ancienne*, composée de dépôts de cailloux ordinairement roulés, quelquefois de sable et enfin de marnes et de limons. Cette alluvion occupe, en général, la partie moyenne et basse du pays; elle est peu développée dans les hautes vallées. Ainsi, d'après M. Alph. Favre, elle ne s'étend guère, dans le bassin du Rhône, au-dessus de ce qu'il appelle *la plaine*, c'est-à-dire en amont de ces coteaux en pentes douces qui entourent le lac de Genève; elle forme, au contraire, des dépôts très puissants, dont l'épaisseur atteint parfois 60 mètres, dans cette plaine et sur les bords du Rhône, au-dessous du lac.

Suivant M. de Mortillet, il en est de même sur le versant sud des Alpes; l'*alluvion ancienne* s'est surtout déposée dans les parties basses et moyennes des vallées du Pô et de ses grands affluents, le Tessin, l'Adda, etc., c'est-à-dire dans les plaines de la Lombardie et un peu au-dessus des grands lacs. Son épaisseur est considérable; elle atteint jusqu'à 50 et 60 mètres. M. Martins dit quelque part que cette épaisseur est, sur certains points, de 200 et 300 mètres[1].

D'après M. Alph. Favre et selon les explications verbales qui m'ont été

[1] *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 5 octobre 1861.

données par M. de Mortillet, on n'a jamais trouvé aucun reste de mammifère dans l'*alluvion ancienne*.

2° Au-dessus de l'*alluvion ancienne*, et sans aucune liaison avec elle, s'étend un autre terrain de transport, composé d'un mélange de boue et de fragments des diverses roches des Alpes non roulés, mais quelquefois polis et striés. Ces fragments sont parfois énormes : on en voit de 8000, 10000, 20000, 50000, 60480 et 122400 pieds cubes[1]. Ces blocs ne se voient pas seulement au fond des vallées, au-dessus de l'alluvion ancienne; ils forment, à flanc de coteaux, de longs cordons à 600, 1000 et 1200 mètres au-dessus des thalwegs. Cette seconde couche est vulgairement connue sous le nom de terrain glaciaire; les blocs volumineux qu'elle renferme portent le nom de *blocs erratiques*. Elle s'étend depuis les plus hautes vallées jusque dans les plaines basses. Ainsi le *terrain glaciaire* de la vallée du Rhône s'étend depuis l'origine de cette vallée jusque dans le voisinage de Lyon. D'immenses blocs de protogine du mont Blanc ont été transportés dans la plaine de Genève, à une grande hauteur au-dessus du lac. Entre Yvoire et Thonon, M. Deluc a signalé plus de 650 de ces blocs granitiques. L'un d'eux présente une longueur de 55 pieds, une largeur de 25 et une hauteur de 23[2].

Les restes d'animaux sont peu nombreux dans le terrain de transport *glaciaire*, et, généralement, ceux qu'on a trouvés appartiennent à des espèces encore vivantes[3].

3° Au-dessus du *terrain glaciaire* s'étend une couche de gravier d'origine fluviatile ou lacustre, composée des débris des deux couches inférieures remaniées par les cours d'eau, que M. Favre appelle *alluvion des terrasses*. C'est dans cette alluvion qu'ont été trouvés tous les ossements d'animaux de race éteinte recueillis en Suisse et en Savoie, à l'exception d'un ossement d'éléphant trouvé dans le *terrain glaciaire*.

Après de très vives discussions qui ont eu lieu il y a vingt ans environ, la lumière s'est faite sur le mode du transport des *terrains glaciaires* et de l'*alluvion des terrasses*. Je parlerai plus loin de la belle théorie de M. de

(1) Alph. Favre, *Recherches géologiques*, Ier volume, p. 102 et 110. — (2) *Ibid.*, p. 85. — (3) *Ibid.*, p. 77.

Charpentier, qui a été une véritable révélation pour les géologues. Aujourd'hui presque tous sont d'accord et admettent que le *terrain glaciaire*, ainsi que les *blocs erratiques*, a été transporté par une énorme extension des glaciers des Alpes; que les amas de boue et de blocs non roulés qu'ils ont laissés çà et là sur les flancs des vallées et sur l'alluvion ancienne sont analogues aux moraines des glaciers modernes. Dans les mémorables discussions qui avaient lieu alors, le principal adversaire des glacialistes était un illustre géologue, M. Léopold de Buch.

M. de Buch soutenait que les blocs erratiques avaient été transportés par des courants diluviens; il donnait à l'eau la vitesse énorme de 19460 pieds, qu'il réduisit plus tard à 354 pieds par seconde.

Je ne crois pas que les idées de M. de Buch puissent être sérieusement soutenues aujourd'hui, même en mettant de côté les vitesses exagérées qu'il attribue aux courants diluviens, vitesses qui n'ont jamais été admises par ses amis.

Le terrain erratique passe par-dessus l'alluvion ancienne sans l'entamer. Les belles coupes données par M. Alph. Favre font voir que les deux terrains sont souvent superposés en stratification concordante, ce qui serait impossible si le terrain erratique avait été transporté par des courants assez puissants pour déplacer des blocs de plusieurs milliers de mètres cubes. Il est évident que l'alluvion ancienne aurait été complètement emportée par ces courants.

On sait aussi que les blocs déplacés par les eaux courantes s'amoindrissent rapidement en s'éloignant de leur point de départ. Ainsi, dans l'alluvion de la Seine, les blocs de grès de Fontainebleau et de meulière, très nombreux dans les sablières du département de Seine-et-Marne, deviennent de plus en plus rares et plus petits, à mesure qu'ils s'éloignent de leur ppint de départ et se rapprochent de l'embouchure du fleuve. Les blocs de marbre du calcaire à entroques de la Bourgogne sont réduits en petit gravier à leur arrivée dans les plaines de la Champagne. Les blocs de protogine du mont Blanc ne sont point assez durs pour avoir parcouru deux ou trois cents kilomètres sans s'amoindrir, sans même avoir perdu leurs vives arêtes.

Enfin l'existence de l'alluvion ancienne au fond des vallées, que M. Élie de Beaumont avait constatée lui-même dès 1830[1], prouve qu'avant le transport des blocs erratiques les vallées des Alpes étaient déjà creusées à leur niveau actuel ou à peu près, au moins dans la partie correspondant à la plaine de Genève et au cours du Rhône, à son entrée en France. Or jamais les blocs transportés par les eaux ne se tiennent à flanc de coteau; ils voyagent toujours avec les graviers et les sables au fond du lit des cours d'eau. Les blocs erratiques, en admettant l'hypothèse du transport par des courants diluviens, n'auraient donc pu longer la plaine de Genève, en se tenant à flanc de coteau, à une grande hauteur au-dessus du niveau des alluvions anciennes.

Il est incontestable, aujourd'hui, que les géologues glacialistes avaient raison. Mais il est rare, à la suite d'une victoire si vivement disputée, que les vainqueurs restent dans les justes limites de la modération et de la vérité. C'est ce qui a eu lieu dans cette discussion. Si l'on s'était borné à admettre la théorie de l'extension des glaciers, il n'y aurait plus rien à dire et le débat serait clos; mais on a été jusqu'à nier la possibilité du soulèvement rapide des montagnes, tel que l'entendaient MM. de Buch et Élie de Beaumont; et cette négation n'était nullement la conséquence de la découverte de M. de Charpentier.

Les géologues anglais n'admettent que les actions lentes, et concèdent avec peine un relèvement du sol d'un mètre par siècle. C'est une pure hypothèse, car il n'est pas plus difficile de comprendre que le diamètre de la terre se soit augmenté de trois dix-millièmes de sa longueur dans un temps très court que dans une période très longue, 400000 ans, par exemple; et, qu'on le remarque bien, ceux qui soutiennent les soulèvements rapides reconnaissent que le relief des Alpes est dû à plusieurs convulsions de la terre, séparées par de longs intervalles de siècles. Leurs adversaires pouvaient d'autant moins justifier leur hypothèse du soulèvement lent, qu'elle ne permet pas d'expliquer la position actuelle de l'*alluvion ancienne*.

Cette alluvion est surtout développée, comme on l'a vu, dans les moyennes et les basses vallées, notamment dans les plaines des grands lacs et en aval de

[1] *Annales des sciences naturelles*, 1830, t. XX, p. 63 et 98.

ces lacs; ainsi, dans le bassin du Rhône, elle s'étend surtout dans la plaine de Genève et dans la vallée du fleuve, en aval du lac[1]. Suivant M. Favre, elle se compose des débris de la plupart des roches qui constituent les Alpes. Après avoir fait l'énumération de quelques-unes de ces roches, ce géologue ajoute : « On y voit encore des jades, des serpentines et enfin des euphotides, « qui ne peuvent venir que de la vallée de Saas, dans le Valais. Ceci a une « certaine importance, comme nous le verrons, car on se demande comment « ces roches ont pu traverser le lac de Genève. » Cela est, en effet, inexplicable, si l'on admet le relèvement lent des Alpes.

Si les vallées se sont déblayées par l'action des cours d'eau, on ne peut comprendre comment le lac de Genève, les grands lacs de la Lombardie, n'ont pas été complètement remplis par l'alluvion caillouteuse qui est sortie de ces immenses sillons; cela est d'autant plus surprenant que certains lacs, notamment celui de Genève, sont entourés d'une plaine entièrement couverte d'une couche épaisse de ces alluvions alpines. On se demande comment ces cailloux si mobiles, entraînés par les eaux, ont pu former un dépôt périmétrique autour de ces profondes excavations, sans y tomber et les remplir; et, si une fois elles ont été remplies, comment ont-elles pu être vidées si les cours d'eau seuls ont agi sur elles? Pour que l'eau déplace un caillou de la grosseur du poing, il faut qu'elle soit animée d'une vitesse de 2 à 3 mètres par seconde; on ne peut comprendre, avec la seule action de cours d'eau permanents, que le lac de Genève ait été traversé par un courant de 2 mètres par seconde.

Les partisans des actions lentes ne sont donc pas moins embarrassés pour faire sortir ces petits cailloux du lac de Genève, que M. Léopold de Buch pour faire traverser la même pièce d'eau par les gros blocs erratiques du Valais et du mont Blanc, immobiles aujourd'hui sur les pentes du Jura, de l'autre côté du lac, à une grande hauteur au-dessus de son niveau. MM. Gastaldi et de Mortillet, sir Ch. Lyell et M. Alph. Favre ont risqué des explications que je ne crois pas admissibles; il est même à remarquer que sir Ch. Lyell et M. Favre, qui a écrit le dernier sur les Alpes, combattent vivement l'explication très séduisante de MM. Gastaldi et de Mortillet, et que

[1] Alph. Favre, *Recherches géologiques*, ch. v.

M. Favre n'adopte pas celle de sir Ch. Lyell. On peut conclure de là que ces explications ne portent pas avec elles le cachet de l'évidence.

M. Favre part d'un point incontestable, c'est que les lacs du pied des Alpes ont été remplis de glace pendant l'extension des glaciers; lorsque les glaciers s'arrêtaient à leur extrémité d'aval, les graviers et les blocs qu'ils charriaient, arrivés aux plaines qui entourent ces lacs et disposés en moraines après la fusion de la glace, auraient, suivant lui, été remaniés par les torrents; ils auraient ainsi été roulés, auraient perdu leur caractère glaciaire et constitué l'alluvion ancienne. Cette explication est très ingénieuse assurément, mais elle conduit à une autre conclusion, au comblement des lacs par les graviers, comme je vais le faire voir.

M. Alph. Favre établit très bien que les vallées et les lacs de la Suisse et de la Savoie se rattachent, dans leurs dispositions d'ensemble, à l'orographie des Alpes. Ces dispositions ne peuvent être attribuées aux agents extérieurs. «Mais, ajoute-t-il, ce sont surtout les vallées dont l'origine est associée «à celle des montagnes qui ont déterminé la position des lacs. On voit que «je ne suis pas exclusif dans ma théorie, car il m'est impossible de nier que «les vallées, après leur formation, n'aient été déblayées et peut-être agran- «dies par les courants et les glaciers [1].»

M. Favre limite toutefois l'action des anciens glaciers. Il repousse la théorie de l'affouillement de MM. Gastaldi et de Mortillet, suivant laquelle les lacs, remplis d'abord par l'alluvion ancienne, auraient été vidés par les glaciers. Il fait voir que les glaciers n'affouillent pas, que, de nos jours, ils glissent sur les terrains les plus meubles sans les creuser [2]. Entre autres faits à l'appui de son opinion, il cite le suivant: «On peut également trouver «un autre exemple de l'absence de l'affouillement dans l'inspection du gla- «cier des Bossons; il avait avancé, en 1818, de manière à faire craindre que «la route de Chamonix ne fût coupée, et n'avait produit aucun affouillement «dans le sol, qui, cependant, est composé de terrain meuble.»

Les glaciers n'ont donc pas creusé les vallées, et la masse énorme de terre et de débris plus ou moins volumineux qu'ils ont transportés provient de l'écroulement des flancs des vallées, qui se sont ainsi élargies. Suivant

[1] *Recherches géologiques*, t. I, p. 216. — [2] *Ibid.*, p. 199 et suiv.

M. Favre, le déblayement complémentaire des vallées, dont on ne peut nier l'existence, est dû à l'action des courants. Or ce mode de déblayement, avec les actions lentes des cours d'eau, nous fait retomber dans l'hypothèse de M. de Mortillet; cette masse énorme de déjections n'a pu traverser les lacs sans les remplir. Ainsi celles qui provenaient du Valais ont dû nécessairement tomber dans le lac de Genève et former, vers Villeneuve, un delta qui devait s'accroître bien autrement vite que celui du Rhône moderne, puisque, par hypothèse, les vallées se déblayaient; le lac aurait donc été promptement comblé.

On arrive à la même conclusion, si l'on admet que le déblayement a eu lieu pendant l'extension du glacier.

Si l'*alluvion ancienne* s'était formée à l'aval du lac de Genève, comme le dit M. Favre, aux dépens des moraines, lorsque le glacier montrait sa tête à l'extrémité aval du lac, elle aurait dû se produire de même dans les hautes vallées, lorsque le glacier s'avançait dans la vallée du Rhône, en amont d'abord, puis en aval de Martigny; et, comme elle n'est pas restée en place et qu'elle n'a pu être entraînée par le glacier lui-même, elle aurait été transportée par le torrent sortant du glacier, pêle-mêle avec les déjections qui provenaient du déblayement de la vallée; mais cette masse de terrain de transport aurait nécessairement trouvé dans le lac un obstacle infranchissable, et elle l'aurait comblé.

Or M. Favre lui-même démontre que jamais le lac n'a été rempli par les terrains de transport; sa théorie de la formation de l'*alluvion ancienne* n'est donc pas plus solide que celle de MM. Gastaldi, de Mortillet et de sir Ch. Lyell; l'absence de cette alluvion dans les hautes vallées et dans le lac prouve que, pendant la période de croissance des glaciers, la quantité de glace qui fondait n'était pas assez considérable pour alimenter un torrent capable de remanier les déjections glaciaires et les convertir en alluvion. Cela est tout naturel, car l'extension même des glaciers prouve précisément que, pendant leur croissance, la glace fondait peu.

En résumé, s'il fallait choisir entre ces trois systèmes, je me rattacherais certainement à celui de l'affouillement; mais j'ai exposé ci-dessus les raisons qui doivent le faire repousser comme les autres.

Les géologues les plus distingués, ceux surtout qui ont étudié sur place et pendant longtemps les terrains de transport des Alpes, n'ont donc pas trouvé une explication sérieuse de la présence de l'alluvion ancienne dans sa position actuelle, et je crois que cela tient à ce qu'ils ne veulent pas admettre le soulèvement rapide des montagnes et le déplacement d'eau violent et de courte durée qui en est la conséquence.

Avec cette hypothèse, tous les faits s'expliquent de la manière la plus simple et par les *causes actuelles*, c'est-à-dire par l'action des forces qui sont encore en jeu dans la nature.

Voyons les effets produits par les déplacements d'eau de courte durée, qui ont encore lieu sous nos yeux aujourd'hui, en commençant par les plus petits.

Lorsqu'une forte averse tombe sur la pente d'une colline imperméable, l'écoulement des eaux pluviales détermine de légers ravinements, suivant les lignes de plus grande pente du coteau. Si l'on suit l'un de ces petits ravins, on voit qu'il est vide dans la partie supérieure, et que sa partie inférieure est remplie avec les détritus charriés par l'eau. Souvent même ces déjections ne s'arrêtent point en route; elles s'étalent au pied du coteau, dans la plaine, où elles forment un petit cône à l'extrémité du ravin. Si la main de l'homme n'efface pas ces traces de l'eau, à l'averse suivante les ravins se creusent, les lignes de plus grande pente s'infléchissent vers le plus profond, qui devient bientôt un cours d'eau, très violent à chaque grande pluie, à sec quelques heures après le retour du beau temps; le lit reste toujours vide dans la partie supérieure, le cône de déjections continue à grandir dans la plaine; mais, au fur et à mesure que la violence du torrent augmente, les déjections sont constituées par des matériaux de plus en plus volumineux, la terre végétale dont elles se composaient à la suite des premiers ravinements ne tarde pas à être remplacée par du sable, puis par du gravier et des cailloux.

Ce mode de transport des terrains meubles se remarque dans toutes les formations imperméables du bassin de la Seine, par exemple dans l'Auxois. Si, après une forte pluie, on examine les coteaux argileux qui entourent cette plaine, on reconnaît immédiatement que chaque sillon des terres labourables est légèrement raviné, que le ravin est vide dans la partie supérieure et moyenne, et que la terre entraînée est accumulée au pied du coteau. Le

travail de l'homme efface promptement les traces du passage de l'eau, mais le dépôt des matières entraînées depuis tant de milliers d'années se reconnaît facilement, dans les vallées surtout, où son épaisseur atteint souvent plusieurs mètres au-dessus des graviers des anciens cours d'eau. Ces dépôts s'étendent en pente douce, et forment une courbe depuis le pied des coteaux jusqu'au bord des cours d'eau modernes, tandis que, dans les terrains perméables de l'oolithe, où ces ravinements n'existent pas, les anciens graviers sont à peine couverts et le fond des vallées est plat.

Si nous cherchons à nous rendre compte de l'effet des eaux pluviales dans des montagnes un peu plus élevées, par exemple dans les gorges qui entourent la montagne de Cabrières, près de Clermont-l'Hérault, nous constaterons des faits exactement semblables. Les ravins sont vides sur la pente des coteaux, mais l'alluvion qui s'accumule au pied de ces coteaux ne renferme plus que du gravier; la terre végétale est portée dans le lit des torrents.

Enfin, dans les hautes montagnes, dans les Alpes françaises, par exemple, les effets des eaux pluviales prennent des proportions gigantesques; des pans de montagnes tout entiers sont emportés par les torrents, dont les lits présentent exactement les mêmes dispositions que les petits ravins de l'Auxois et du pied des Cévennes : ils sont vides dans leurs parties supérieure et moyenne; on constate à leur jonction avec la vallée principale, une énorme accumulation des matières entraînées[1]. Dans les départements des Hautes et Basses-Alpes, dans les vallées de la Maurienne, on marche souvent, pendant plusieurs kilomètres, sur le cône de déjections d'un torrent.

Cette uniformité, cette régularité, si je puis m'exprimer ainsi, des effets des eaux violentes, ne se remarquent aujourd'hui que dans les terrains à fortes pentes, parce que, les quantités d'eau qui les produisent étant toujours médiocres, ces fortes pentes sont nécessaires pour déterminer la vitesse à laquelle le torrent doit sa puissance de destruction. Dans les grandes vallées, dont les pentes sont relativement faibles, nous ne voyons pas ces puissants effets des eaux : leur volume n'est pas assez grand pour compenser l'insuffisance de la pente. L'action rapide du torrent est remplacée par des actions lentes, et, dans les cas assez rares où la rivière produit de nouveaux gra-

[1] Voir le bel ouvrage de M. l'ingénieur Surrell, intitulé : *Études sur les torrents des Hautes-Alpes.*

viers, on voit toujours que la traînée de ces alluvions commence au point même de leur production. Ainsi les terrains de transport des cours d'eau alimentés par les glaciers tapissent tout le lit, à partir de la tête du glacier, sans que jamais la partie supérieure de ce lit se vide. Les excavations qui restent béantes ne se creusent que sur de petites étendues, surtout aux points où les travaux de l'homme troublent le régime des cours d'eau. Dans les rivières mal endiguées, comme la Loire, par exemple, la rupture d'une digue en temps de grande crue détermine, au pied de la brèche, de grandes excavations qui restent vides après le retrait des eaux, les matières déplacées s'accumulant sur tout le périmètre de ces cavités.

On voit des effets analogues dans les vallées de cours d'eau torrentiels beaucoup plus petits, lorsqu'un obstacle quelconque, une levée de chemin de fer, par exemple, s'oppose au libre écoulement des eaux débordées. On trouvera, au chapitre VII de cet ouvrage (24, diagr. n° 16), la figure d'un affouillement de ce genre, produit par une crue de l'Yonne en septembre 1866; les eaux de débordement, retenues par la levée du chemin de fer de Paris à Lyon, ont emporté la plupart des chemins de la plaine de Joigny, qui passaient sous cette levée; c'est une de ces excavations qu'on a figurée dans le diagramme n° 16. Les pavés du chemin ont traversé ce trou et ont été retrouvés à l'aval, avec les graviers et les sables qui se sont étendus en longs bancs sur tout le périmètre.

Si nous remplaçons la veine d'eau de 8 à 10 mètres de hauteur, qui produit les crues les plus violentes des cours d'eau à faibles pentes, par un courant diluvien remplissant entièrement les vallées, la vitesse deviendra assez grande pour agir de la même manière que les torrents à fortes pentes; la vallée se creusera, non plus sur une étendue restreinte de quelques mètres, mais sur tout le développement du thalweg, et les matériaux emportés voyageront en longs cordons.

Si le phénomène est de courte durée, comme cela doit être, car il est impossible qu'un déluge de ce genre dure longtemps, le niveau de l'eau s'abaissera d'abord du côté d'amont; il arrivera un moment où le courant conservera encore la violence nécessaire pour déplacer les graviers détachés du sol, mais non plus pour affouiller; les petites vallées, les parties d'amont

des grandes vallées se videront donc, puisqu'il n'arrivera plus de matériaux pour remplacer les débris emportés; lorsque la veine fluide en décroissance rencontrera des plaines, ou débouchera dans une grande expansion des vallées, sa vitesse et sa puissance de transport diminueront, et les graviers demeureront en place; il en sera de même dans les parties moyenne et inférieure des vallées, quelle que soit leur largeur. Les matières venues d'amont cesseront de voyager et resteront immobiles dès que l'eau, par suite de la décroissance de son niveau, ne sera plus animée de la vitesse nécessaire pour les déplacer.

Après le retrait des eaux diluviennes, on trouverait donc la plupart des petites vallées et les parties supérieures des grandes vallées entièrement dépourvues d'alluvion, et les parties moyenne et inférieure de ces grandes vallées plus ou moins obstruées par les débris des roches détruites en amont.

Les plateaux surmontés par les eaux diluviennes seraient rasés de la même manière; les débris des roches détruites seraient entraînés jusqu'aux vallées secondaires, et de là dans les vallées principales. Après l'abaissement des eaux, on ne trouverait rien à la surface de ces plateaux dénudés, absolument comme dans le bassin de réception d'un torrent des Alpes.

On verra, aux chapitres II, III, IV et V de cet ouvrage, que tel est l'aspect du bassin de la Seine; les plateaux surmontés par les eaux, les vallées secondaires et la partie supérieure des grandes vallées, ne renferment ni gravier ni bloc volumineux provenant des roches détruites. Les plaines, les parties inférieures des grandes vallées sont, au contraire, encombrées par les débris de ces roches.

Il paraît, d'après la description de M. Favre, qu'il en est ainsi dans les vallées des Alpes; l'alluvion ancienne est peu développée dans la partie supérieure de ces vallées, et les glaciers n'ont jamais eu la puissance nécessaire pour l'emporter. Cette alluvion n'a donc existé que là où nous la voyons encore aujourd'hui, c'est-à-dire dans les plaines, autour des lacs et dans la partie inférieure des vallées. Pouvons-nous conclure de là que les vallées des Alpes, et accessoirement les plateaux du bassin de la Seine, ont été envahis par les eaux diluviennes?

Je le crois, et, si nous admettons le soulèvement rapide des montagnes, cela ne peut être douteux. Jetons les yeux sur une carte géologique de la Suisse; nous voyons, au nord-est de Lausanne, un immense développement de terrains marins, de mollasses, dont le dépôt est plus récent que celui des sables de Fontainebleau. Elles sont donc sorties du fond des eaux après ces sables; et, si ce soulèvement d'une partie du fond de la mer, dont la longueur dépasse plusieurs centaines de kilomètres, a été rapide, un déplacement d'eau formidable en a certainement été la conséquence; une partie de cette masse liquide a pu balayer le bassin de la Seine, creuser les vallées et raser les plateaux.

La deuxième convulsion des Alpes, survenue longtemps après, a dû produire un second déluge, non plus par le déplacement de la mer, mais par la fonte des neiges accumulées sur les sommets; car le pied des Alpes occidentales, qui existaient déjà, n'était baigné, selon M. Élie de Beaumont, que par les eaux de quelques lacs d'eau douce.

« S'il s'agissait, dit-il, d'expliquer les courants diluviens par des pluies, « il faudrait les supposer immenses; mais, pour les neiges, *qui peuvent s'ac- « cumuler* sur les montagnes pendant des années et des siècles, on peut avoir « recours au temps pour faciliter l'explication . . . . .

« Chacune des années pendant lesquelles l'écorce du globe s'est hérissée de « nouvelles chaînes de montagnes a dû être presque aussi anomale au point « de vue météorologique qu'au point de vue géologique, et il paraîtrait assez « naturel d'admettre, au nombre des anomalies qu'elle a dû présenter, la « production d'une quantité extraordinaire de pluie pendant l'été et de neige « pendant l'hiver.

« . . . . . On ne doit pas perdre de vue qu'au moment de la convulsion qui « a donné son relief actuel à la chaîne principale des Alpes (du Valais en Au- « triche), la contrée au milieu de laquelle elle parut présentait déjà de très « hautes montagnes. . . . . Les neiges dont ces hautes montagnes ne pouvaient « manquer d'être couvertes ont dû être fondues en un instant par les gaz « auxquels est attribuée l'origine des dolomies et des gypses [1]. . . . . »

M. de Beaumont justifie cette fusion rapide des neiges, aux époques de

[1] M. Élie de Beaumont, *Bulletin de la Société géologique de France*, séance du 5 juillet 1847.

grands cataclysmes, par des faits si nombreux, qu'il me paraît difficile de ne pas se ranger à son opinion. L'accumulation des neiges à cette époque ancienne n'est plus une hypothèse. Les travaux de MM. Wood et Prestwich prouvent que, pendant l'époque pliocène, le climat de l'Europe s'est considérablement refroidi, que la température moyenne était beaucoup plus basse qu'aujourd'hui, dans le temps où le crag de Norwich se déposait sur les côtes de l'Angleterre, et les marnes bleues dans les profonds sinus du pied des Alpes et de l'Apennin; c'était le commencement de l'époque glaciaire, on ne saurait le nier. Peut-être l'extension des glaciers avait-elle commencé dans les Alpes; mais certainement il y avait, sur les montagnes déjà très élevées qui occupaient la Suisse et la Savoie, une grande accumulation de neiges. Si l'on considère la violence des crues du Rhône, de l'Arve et de l'Isère, à la suite d'une pluie chaude tombée sur un de nos petits glaciers, on se fera facilement une idée de l'immense débâcle produite par la fonte subite de cette grande masse de neiges et de glaces. On comprendra sans peine que ce courant ait balayé toutes les hautes vallées et ait conservé assez de vitesse dans le lac de Genève, malgré sa profondeur de 300 mètres, pour le purger entièrement de graviers et jeter sur tout son périmètre, ainsi que dans la vallée d'aval, ces puissantes couches d'alluvions anciennes que nous y voyons aujourd'hui. Il n'est pas même nécessaire pour cela d'admettre que la fonte des neiges et des glaces ait eu lieu *en un instant.*

Le diagramme n° 16 (article 24 de cet ouvrage) est une image qui donne une idée très nette de ces alluvions périmétriques. Ce déplacement rapide des alluvions a duré, comme dans le bassin actuel des torrents des Alpes françaises, tant que le courant diluvien a conservé une vitesse suffisante. Puis, lorsque cette vitesse s'est ralentie, les roches n'ont plus été détruites, les vallées supérieures se sont vidées, et enfin les graviers transportés sont restés immobiles autour des lacs et dans les vallées d'aval, absolument comme ceux qui entouraient le petit affouillement produit par l'Yonne à la suite de la crue de 1866. Il est bon de remarquer que cette fonte de neige ne s'est pas effectuée comme nos petites fontes de neige modernes; au lieu de commencer par la plaine, elle s'est faite d'abord sur les plus hauts sommets d'où sortaient les vapeurs chaudes. Si les glaciers s'étendaient déjà jusqu'aux

grands lacs, cette débâcle venue du haut a pu passer par-dessus la glace qui les remplissait, ce qui simplifie beaucoup la théorie du dépôt de l'alluvion ancienne sur le périmètre et à l'aval de ces lacs. Peut-être est-ce à cette fusion des glaces, accidentelle et de courte durée, qu'il faut attribuer les traces d'une première époque glaciaire, que des géologues glacialistes très distingués, notamment MM. Morlot et Martins, ont cru reconnaître dans les anciennes moraines.

Quelle est celle des deux dernières convulsions des Alpes qui a modelé le relief du bassin de la Seine? Je serais assez porté à croire que c'est le grand déplacement de la mer produit par le soulèvement des mollasses. Ce qui me ferait admettre cette hypothèse, c'est que l'éléphant méridional a vécu sur les bords de l'Eure, comme autour des lacs de la Bresse et des golfes subapennins, c'est-à-dire avant le dernier mouvement des Alpes. Or, bien certainement, la vallée de l'Eure a été creusée en même temps que les autres vallées du bassin de la Seine. Les limons des plateaux du bassin de la Seine, les graviers du pays de Caux et du Vexin normand, qui remontent à l'époque de l'invasion du bassin parisien par les eaux diluviennes, seraient donc pliocènes, et en cela je serais complètement d'accord avec les auteurs de la carte de France.

Il est possible que le second cataclysme, qui a soulevé non seulement les hauts sommets des Alpes, mais encore les marnes bleues subapennines et le fond des lacs de la Bresse, ait fait passer un autre flot diluvien sur le bassin de la Seine. C'est l'hypothèse admise par M. Élie de Beaumont. «J'ai indiqué «ailleurs, dit-il, le concours probable du déversement, vers le nord-ouest, des «eaux du grand lac de la Bresse, dans la production des phénomènes dilu«viens qui s'observent aux environs de Paris. L'absence d'ossements de cétacés «dans les dépôts erratiques devrait sans doute . . . . . rendre très réservé «dans l'emploi de l'hypothèse de vagues diluviennes [1].» Je suivrai ce conseil, et je me bornerai à dire que, suivant toute probabilité, le ravinement du bassin de la Seine est contemporain du déplacement d'eau, quel qu'il soit, qui a déblayé les hautes vallées des Alpes et transporté l'*alluvion ancienne* dans la position où nous la voyons aujourd'hui, en lui faisant franchir les grands lacs sans les remblayer.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, séance du 5 juillet 1847.

La stratification des terrains sédimentaires des Alpes est excessivement contournée; on peut voir, dans le bel atlas joint à l'ouvrage de M. Favre, de nombreux exemples de ces plissements, de ces renversements de couches si fréquents dans ces montagnes. Les partisans des actions lentes prétendent que cette stratification tourmentée est inexplicable avec un soulèvement brusque de la masse des Alpes.

Je serais tenté d'admettre une conclusion opposée : avec un relèvement lent, ces dispositions contournées n'existeraient pas; c'est ce que justifient complètement les faits observés. Nous savons qu'une partie du continent européen continue à se relever d'une manière très lente; le fait a été constaté sur les côtes de la Scandinavie; les Anglais ont reconnu que les côtes d'Écosse s'étaient relevées de 6 à 7 mètres dans les temps historiques. Je ferai voir que le bassin de la Seine s'est soulevé de 50 à 60 mètres depuis l'origine de l'époque quaternaire, et M. Boucher de Perthes a trouvé l'ancien cordon littoral de la baie de la Somme à Moulin-Quignon, à 37 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. On peut voir, près de Montpellier, les mollasses recouvertes par les anciens cordons littoraux de la Méditerranée jusqu'à 230 mètres d'altitude.

Ces soulèvements, qui, d'après le sentiment des partisans des actions lentes, pourraient être le commencement d'un nouveau système de montagnes analogues aux Alpes, produisent sans doute, de loin en loin, des brisures, des failles, dans l'écorce terrestre, mais si peu de plissements et de contournements, qu'on retrouve les anciens lits des cours d'eau à une altitude plus grande, ce qui est tout naturel, mais sans variations brusques dans les niveaux. Les anciens cordons littoraux, qui recouvrent les mollasses de Montpellier, descendent en pente douce, depuis l'altitude de 230 mètres jusqu'au niveau actuel de la mer.

On comprend, du reste, qu'il doive en être ainsi. Pour soulever des masses fragiles sans les briser et sans modifier beaucoup les niveaux relatifs des diverses parties, il faut agir lentement; avec des actions brusques et violentes, on arrive forcément à des dislocations, qui peuvent devenir des plissements sans solution de continuité, quand les masses imbibées d'eau conservent une certaine plasticité.

Tous les faits constatés par l'observation s'expliquent donc de la manière la plus simple, en admettant que la majeure partie de la chaîne des Alpes soit sortie brusquement du sein de la mer.

D'après le système exposé ci-dessus, l'*alluvion ancienne* des Alpes, recouverte par le *terrain glaciaire*, serait contemporaine soit du commencement, soit de la fin du dépôt des marnes bleues, c'est-à-dire serait pliocène; ici je suis en opposition avec beaucoup de géologues, qui considèrent ce terrain de transport comme quaternaire. Voici, notamment, l'opinion formulée par M. Martins [1] :

« Les travaux de M. Boucher de Perthes et de plusieurs autres savants français et étrangers ont démontré incontestablement l'existence de l'industrie humaine dans la couche du diluvium. Il est donc certain que l'homme existait avant le grand phénomène géologique qui a produit le diluvium. Jusqu'ici, c'est la date la plus ancienne de l'histoire primitive de l'humanité.

« L'époque glaciaire a suivi celle du diluvium, puisque les moraines [2] et les blocs erratiques existent à la surface du sol, au-dessus des couches diluviales, dont elles sont séparées souvent par d'épaisses couches de terrains. Par conséquent, après la date du diluvium, la géologie fournit une seconde date, celle de l'époque glaciaire. L'extension des glaciers, à cette époque, était immense. On trouve en Allemagne des blocs erratiques qui proviennent des Alpes scandinaves. »

M. Martins admet donc que l'*alluvion ancienne* est contemporaine des graviers de la Picardie, du bassin de la Seine et de l'homme du mammouth. Je crois qu'elle est beaucoup plus vieille; j'en ai déjà donné des preuves; en voici d'autres basées sur la paléontologie.

MM. de Mortillet et Favre, qui ont beaucoup étudié les terrains de la Suisse, ont constaté que les ossements du mammouth et du renne se trouvaient, non pas dans les terrains de transport situés sous les moraines, mais dans les graviers remaniés par les cours d'eau. Au fur et à mesure que les grands glaciers fondaient, les animaux de l'âge de pierre suivaient le retrait des glaces en remontant dans les vallées des Alpes, et c'est dans les graviers des lits

[1] *Bull. de la Société d'anthropol.* 5 déc. 1861.

[2] *Moraines*, blocs et boue transportés par les glaciers et abandonnés à la surface du sol après la fonte des glaces.

de ces cours d'eau, graviers presque toujours superposés aux anciennes moraines, que nous trouvons leurs ossements.

Ces graviers remaniés, qui, d'après les coupes données par M. de Mortillet[1], ont rarement plus de 15 à 20 mètres d'épaisseur, sont donc contemporains du mammouth et appartiennent à l'époque quaternaire. Les grands dépôts de l'*alluvion ancienne*, placés sous les moraines, sont beaucoup plus vieux; pour moi, ils sont pliocènes, contemporains des limons des plateaux, des graviers des hautes terrasses du bassin de la Seine, et d'une partie des graviers du pays de Caux, comme je crois l'avoir démontré ci-dessus.

Telle est l'hypothèse qui, suivant moi, explique le grand déplacement d'eau auquel le bassin de la Seine doit son orographie actuelle. C'est avec répugnance, je le répète, et poussé par mes amis, que j'ai formulé cette opinion, et je me hâte de rentrer dans le domaine des faits.

Dans l'exposé qui va suivre, je ferai de nombreux emprunts à sir Ch. Lyell, à MM. Prestwich, Lartet, Paul Gervais, Martins, Collomb, de Mortillet, et à beaucoup d'autres auteurs qui se sont occupés d'anthropologie; le cadre étroit de cette introduction ne me permettra pas toujours d'indiquer les sources auxquelles j'ai puisé.

VII.

État de l'Europe [illegible] l'époque quaternaire.

Pendant le temps de l'existence du mammouth, le sol de l'Europe a éprouvé des oscillations assez petites, si nous les comparons au grand mouvement des Alpes. Ces variations de niveau paraissent correspondre à ce temps de grand abaissement de température qu'on a appelé l'*époque glaciaire.*

Les Anglais ont étudié avec beaucoup de soin ce changement de climat.

On trouve, dans les comtés de Norfolk et de Suffolk, des terrains marins que l'on considère comme contemporains des terrains pliocènes de la vallée du Pô et du pied des Apennins; ces terrains portent les noms de *crags rouge* et *corallin.* Un autre terrain fluvio-marin plus récent, le crag de Norwich, contient les restes des mêmes mammifères que ceux du terrain pliocène supérieur de la vallée du Pô et du val d'Arno, notamment l'éléphant méridional.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 6 mars 1865.

M. Searles Wood et M. Prestwich ont fait une admirable étude des coquilles fossiles de ces trois terrains. Ils ont constaté que le nombre des espèces méridionales allait en diminuant, tandis que le nombre des espèces septentrionales allait en augmentant dans ces trois périodes successives[1]. Le crag de Norwich a été étudié plus spécialement à Chillesford, dans le Suffolk, par ces géologues; ils ont démontré que les coquilles marines qu'on y découvrait annonçaient une température beaucoup plus basse que la température actuelle. Le climat s'était donc considérablement refroidi pendant la série des temps pliocènes. Chaud pendant la première période, il était devenu froid pendant la dernière.

Ces études de MM. Wood et Prestwich sur le crag de Chillesford démontrent que l'époque glaciaire a commencé vers la fin du dépôt des terrains pliocènes. L'éléphant méridional habitait alors le comté de Norwich, comme les bords du Pô et de l'Arno; c'était donc un animal qui pouvait résister à un climat froid.

Dans un terrain que l'on considère comme postérieur au crag de Norwich, le *forest-bed*, dont on trouve un lambeau au bord de la mer au pied des falaises du Norfolk, on a recueilli les restes du même éléphant, mais avec les ossements de tous les mammifères quaternaires, entre autres ceux du mammouth et du renne[2]. Le climat était donc devenu très froid. C'était à la fois le commencement de l'époque quaternaire et de l'époque glaciaire.

Plus tard, le sol de l'Angleterre éprouve une oscillation; le forest-bed et une grande partie du pays s'enfoncent sous la mer, et l'on en a une preuve bien certaine, car le sol de cette partie immergée de l'Angleterre est couvert de blocs provenant, les uns de la Scandinavie, les autres de la Bretagne et de la Normandie, ou peut-être de terres aujourd'hui inconnues; ces blocs sont noyés dans une masse de limon. Ce singulier terrain de transport, que

[1] D'après une première étude due à M. Wood, les coquilles du pliocène anglais appartenant à des espèces encore vivantes se divisent ainsi :

	espèces méridion.	espèces septentrion
Pliocène inférieur ou crag corallin...........	27	2
——— moyen ou crag rouge..............	16	8
——— supérieur ou crag de Norwich.......	0	12

[2] Beaucoup de naturalistes contestent la présence du *renne* et même du *mammouth* dans le forest-bed.

les Anglais nomment *boulder-clay* (argile à blocs), n'a pu être apporté que par des montagnes de glace, qui ont échoué et fondu aux points où se voient les blocs. Puis le sol s'est relevé; le boulder-clay a été sillonné par des cours d'eau, qui y ont déposé des graviers dans lesquels se montrent les restes du mammouth et du renne. Ces graviers sont désignés en Angleterre sous le nom de *drift*.

Ces oscillations du sol de la Grande-Bretagne ont une amplitude qui, sur certains points, s'élève à plusieurs centaines de mètres (600 mètres en Écosse, 390 mètres en plusieurs autres points de l'Angleterre). Néanmoins sir Ch. Lyell fait voir qu'avec un enfoncement de 180 mètres la mer recouvrirait la plus grande partie du sol de la Grande-Bretagne atteinte par le boulder-clay; l'Irlande, notamment, se réduirait à quelques îlots. De même, avec un relèvement de 180 mètres, on souderait les îles de la Grande-Bretagne au continent, lequel se trouverait étendu notablement dans l'Atlantique au delà de l'Irlande.

Nous retrouvons les mêmes phénomènes en Allemagne, en Suède, en Pologne et en Russie. L'Allemagne, au nord de la Bohême, la plus grande partie de la Pologne, de la Suède et du nord de la Russie, se sont enfoncées au-dessous du niveau de la mer, ont été recouvertes par les montagnes de glaces tombées des glaciers de la Scandinavie. Puis ces plaines se sont relevées et ont émergé de nouveau au-dessus des flots. Elles ont été traversées par des cours d'eau qui y ont déposé des graviers dans lesquels on trouve les ossements du mammouth, du renne et autres animaux de l'époque quaternaire.

On a la certitude que l'homme vivait en Suède avant cette immersion et cette émersion successives du pays. Près de Stockholm, on a trouvé dans le sol émergé, sous les dépôts marins et glaciaires, des traces non douteuses de son industrie. Je laisse parler M. Martins, qui a fait connaître ces faits dans le récit suivant :

« En Suède, il y a eu sans doute plusieurs oscillations semblables, dont on « ne connaît ni le nombre ni la durée. Mais on sait qu'il y a eu, avant ou « pendant l'époque glaciaire, un mouvement d'abaissement, par suite duquel « de grandes étendues de terre ont disparu sous les eaux. » M. Martins ajoute

que ces terres furent recouvertes d'un dépôt sablonneux, puis d'un banc de coquilles marines.

. . . .

« . . . Les choses en étaient là, lorsque les glaces flottantes, détachées des « glaciers de la terre ferme, vinrent échouer sur ces bas-fonds. Quand ces « glaces entrèrent en fusion, les blocs erratiques qu'elles avaient transportés « tombèrent au fond de l'eau, où ils recouvrirent le banc de coquilles.

« Enfin vint l'époque du soulèvement graduel, et peu à peu sortirent de « la mer, d'abord les blocs erratiques, puis le banc de coquilles marines, le « banc de sable sous-jacent et, enfin, le sol primitif.

« Les blocs erratiques qui émergèrent ainsi, après une longue submer- « sion, sont en nombre immense et forment, sur plusieurs points, des masses « énormes de véritables collines, qui sont connues sous le nom d'*osars*. Près « d'Upsal, on a bâti un château sur un de ces osars.

. . . .

« Pour creuser le canal qui va de Stockholm à Gottembourg, il a fallu « traverser un de ces osars, et là, dans la couche la plus profonde, dans le « sol primitif, au-dessous du banc de sable, on a trouvé des pierres dispo- « sées en foyer, et au centre de ce foyer *il y avait du charbon de bois.*

. . . .

« Les hommes existaient donc là où est aujourd'hui la Suède, avant la « longue série de phénomènes que je viens de décrire, c'est-à-dire avant la « période d'immersion graduelle, qui a été contemporaine, ou même anté- « rieure, à l'époque de l'extension des glaciers. Ces hommes étaient alors « sur la terre ferme; puis le sol où ils vivaient a lentement disparu sous les « eaux de la Baltique; une épaisse couche de sable y a été déposée par la « mer; un banc de coquilles s'est formé au-dessus du sable; les glaces flot- « tantes, survenant à leur tour, ont apporté des blocs erratiques qui sont « tombés ensuite au fond de la mer, lorsque la glace s'est fondue; enfin le « soulèvement s'est produit, et l'osar est peu à peu sorti du sein des flots.

. . . .

« Cela reporte l'existence de l'homme en Suède à une antiquité qui nous « effraye, lorsqu'on la compare à nos courtes périodes historiques, mais qui

« n'a rien d'étonnant pour le géologue, habitué à compter par centaines de « siècles[1]. »

Sir Ch. Lyell, qui rapporte les mêmes faits, parle, en outre, d'une hutte et de bateaux chevillés en bois, qui ont été trouvés dans les sables marins sous les osars.

Il paraît bien établi que le sol de la France, de l'Espagne, de l'Italie et les bords de la Méditerranée, de l'Allemagne du Sud, y compris la Bohême, n'a point été submergé pendant cette période de l'époque glaciaire et quaternaire où l'Angleterre, le nord de l'Allemagne, de la Russie et de la Suède, étaient envahis par les montagnes de glaces du boulder-clay. On a vainement cherché en France ces blocs provenant de pays lointains, qui n'ont pu être transportés que par les glaces flottantes. De même, dans le sud de l'Allemagne, en Espagne, en Italie et sur les contrées méditerranéennes, les terrains de transport proviennent toujours des bassins hydrographiques où ils se sont déposés, et toujours le dépôt a lieu au-dessous du niveau actuel des roches qui ont fourni les matériaux; ce qui prouve que les mouvements du sol, quels qu'ils aient pu être, n'ont jamais eu pour résultat le renversement des pentes des vallées.

Le sol de cette partie du continent européen et du bassin méditerranéen s'est cependant relevé, mais d'une manière très lente, depuis l'origine de l'époque quaternaire ou glaciaire. M. Boucher de Perthes a trouvé le cordon littoral de la baie de la Somme à Moulin-Quignon, à 36 ou 37 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. Je démontrerai que le bassin de la Seine s'est exhaussé de 50 à 60 mètres dans la même période.

M. Gemellaro a reconnu en Sicile, dans la caverne de Carbonenceli, à 15 mètres au-dessus de l'ancienne Icare, les ossements d'animaux de l'époque quaternaire, mélangés avec des coquilles marines. M. Albert de la Marmora a trouvé également le fond d'une mer ancienne en Sardaigne, près de Cagliari, avec de nombreux fragments de poteries, à 70 et 90 mètres au-dessus de la Méditerranée actuelle. Les limites de cette introduction ne me permettent pas d'entrer dans de plus grands détails sur ce sujet.

C'est encore pendant l'époque quaternaire qu'a eu lieu l'émersion du

[1] *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 5 décembre 1861.

Sahara, qui formait antérieurement une mer intérieure peu profonde, ou qui, suivant M. Pomel, était couvert par de grands lacs d'eau saumâtre.

Un savant italien, M. Bianconi[1], prétend qu'on doit attribuer l'émersion des marnes bleues subapennines bien plutôt à l'abaissement de la Méditerranée qu'à l'exhaussement du continent. Selon lui, lorsque le détroit de Gilbraltar était fermé, le niveau de la Méditerranée était de 1000 pieds plus élevé que celui de l'Océan, ce qui se voit par la différence d'altitude des anciens cordons littoraux des deux côtés du détroit. C'est par l'ouverture du détroit que s'est écoulé le trop plein de la Méditerranée et l'eau de la mer Saharienne. Cet abaissement de niveau, de 1000 pieds, représente assez bien l'altitude actuelle des terrains pliocènes émergés, au pied des Apennins et des Alpes.

Suivant M. Bianconi, l'émersion des marnes bleues pliocènes ne serait donc pas due au dernier mouvement des Alpes et des Apennins; ce qui n'infirme pas la théorie du creusement des vallées exposée ci-dessus.

Les géologues se sont trouvés dans un grand embarras pour expliquer certains faits de l'époque quaternaire.

Dans les graviers des cours d'eau de cette époque, on a trouvé les restes du mammouth, du renne et des autres animaux contemporains, avec des silex taillés et non polis et dans des conditions bien singulières. Par exemple, dans la vallée de la Somme, petite rivière réduite à quelques mètres de largeur, les restes des graviers anciens, où se trouvent les ossements et les silex taillés, semblent prouver que la rivière avait alors plus d'un kilomètre de largeur, et qu'elle coulait à un niveau beaucoup plus élevé que le niveau actuel. Ces ossements et ces objets travaillés par l'homme sont toujours ensevelis au fond des sablières, et ces graviers riches sont recouverts par une couche, souvent très épaisse, des graviers pauvres, dans lesquels on n'a jamais rien découvert. Enfin les sablières sont généralement cachées sous une couche de limon de couleur ocreuse, qui, dans certaines localités, paraît se relier à un vaste manteau de limon, de même couleur, qui s'étend sur les plateaux.

[1] *Bulletin de la Société géologique de la France,* séance du 20 novembre 1865.

Les mêmes faits ont été constatés dans toute la France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie et en Espagne.

Comment expliquer l'existence de si grands cours d'eau dans des bassins si peu étendus, et qui, aujourd'hui, alimentent à peine de petites rivières ou des ruisseaux? Pourquoi ces deux couches de graviers superposées, l'une riche en ossements, l'autre pauvre? D'où proviennent ces limons, qui paraissent recouvrir toutes les plaines de l'Europe?

La difficulté a paru si grande, qu'on a fait intervenir plusieurs submersions, plusieurs déluges, les uns à courants violents, qui ont transporté les graviers ossifères et non ossifères, les autres tranquilles, provenant de la fonte des glaciers, qui ont déposé les limons.

Je choisis une notice de mon ami M. Delanoue, qui résume très nettement l'opinion des géologues français sur cette question capitale. Je cite textuellement les passages qui font le mieux ressortir l'état de l'opinion [1] :

« . . . Cette origine marine du diluvium est infirmée, je le sais, par l'abon- « dance des animaux terrestres et d'eau douce qui s'y trouvent; mais il n'y a « rien d'étonnant à cela, puisque l'instantanéité du phénomène a surpris et « enseveli toute la faune des continents inondés.

. . . .

« Le diluvium de Saint-Acheul offre clairement trois étages, savoir : *deux « dépôts de silex*, séparés par un dépôt calcaire et lacustre. Ces deux étages « diluviens, l'inférieur et le supérieur, offrent à peu près la même compo- « sition. Ce sont, de part et d'autre, des fragments de silex, des sables et « des graviers.

« On a cru cependant remarquer qu'en général le diluvium inférieur avait « une teinte gris-blanchâtre et un plus grand nombre de galets, tandis que « le diluvium supérieur avait une couleur jaune-rougeâtre et un plus grand « nombre de silex à vives arêtes. Mais ce qui établit une différence certaine « et capitale entre ces deux dépôts similaires, alors même que manque le « *dépôt lacustre intermédiaire*, c'est la présence d'ossements de mammifères et « de pierres taillées de main d'homme dans le diluvium inférieur, et leur « absence à peu près complète dans le diluvium supérieur . . . . .

[1] *Bulletin de la Société d'anthropologie*, séance du 6 février 1862.

« *Loess* (limon). Il termine la série des terrains quaternaires en Belgique « et dans le nord de la France. Dumont les réunit, bien à tort, au diluvium « pour former un seul système, l'hesbayen. »

M. Delanoue fixe ainsi les épaisseurs maximum des divers éléments du diluvium de la Picardie :

1° Loess (limon des plateaux), 10 mètres;

2° Diluvium rougeâtre (diluvium rouge), 6^{m},60;

3° Sable calcaire avec coquilles lacustres, 5 mètres;

4° Diluvium gris (ossements, silex taillés), 4 mètres.

Il constate que le boulder-clay anglais manque en France.

Admettant l'opinion généralement reçue, il fait donc intervenir trois déluges ou invasions d'eau pour expliquer les dépôts de graviers et de limon, le dépôt n° 3 ne pouvant être considéré comme diluvien.

A la séance même de la Société d'anthropologie où cette communication a été faite, M. le docteur Broca a présenté une objection sérieuse, à laquelle il n'a jamais été répondu.

« . . . Il me semble, dit-il, que, si les haches, couteaux et autres instru- « ments de silex avaient été taillés avant la première époque diluvienne, ces « objets auraient dû s'émousser et s'arrondir comme les autres fragments de « silex roulés dans les mêmes torrents; or, tandis que tous les cailloux, gros « ou petits, qui constituent la couche du diluvium inférieur sont arrondis « sur toutes leurs faces, les silex taillés, qu'on trouve çà et là parmi eux, ont « conservé leurs vives arêtes et leurs bords tranchants. Ils n'ont donc pas été « roulés, et je me demande dès lors s'il ne serait pas plus naturel d'admettre « que les hommes qui les ont taillés ont vécu pendant la période qui a séparé « l'époque du premier diluvium de celle du diluvium supérieur. »

Cette explication de M. Broca n'était pas plus admissible que celle du géologue qu'il combattait, car les silex taillés et les ossements se trouvent dans toute l'épaisseur de la couche du fond des sablières, qui a souvent 4 mètres de puissance, comme l'indique M. Delanoue, et non à la surface seulement. Les hommes et les animaux de l'âge de la pierre taillée ont donc vécu pendant une époque de remaniement de ces couches de graviers. Je ferai voir, et c'est là un des principaux objets de cet ouvrage, que ces graviers ont été,

en effet, remaniés par des cours d'eau, et qu'aucun déluge n'est intervenu depuis pour déposer les graviers et le limon supérieurs.

Ainsi que je l'ai dit, la notice de M. Delanoue résume, non pas son opinion particulière, mais celle de la plupart des géologues français. Il est impossible de donner ici même les titres des publications qui ont été faites sur ce sujet; je me bornerai à renvoyer le lecteur au *Bulletin de la Société géologique de France* et aux traités spéciaux.

Il existe un grand nombre de mémoires de MM. Élie de Beaumont, Hébert, Ch. d'Orbigny, Melleville, de Mortillet, de Vibraye, Benoît, etc., où l'opinion des géologues se trouve résumée; la plupart admettent les trois dépôts diluviens successifs :

Diluvium gris, gravier du fond des sablières;

Diluvium rouge, gravier supérieur;

Loess ou limon.

M. Élie de Beaumont et M. l'abbé Lambert admettent purement et simplement le transport des graviers et des ossements par des courants diluviens.

M. Buteux, dans une intéressante publication sur les terrains de transport de la Picardie, s'est borné à constater les faits[1].

M. de Mercey[2] considère le gravier inférieur des sablières comme fluviatile; le gravier supérieur, même lorsqu'il est imprégné de limon rouge, a la même origine. Mais le limon rouge qui recouvre le tout, et la faible couche de gravier anguleux qui se trouve au-dessous, ont été transportés par des eaux diluviennes qui, à l'époque de la fonte des grands glaciers, ont envahi toutes les parties basses du continent européen. Cette dernière assertion est, suivant moi, la seule partie de cette remarquable notice qui puisse donner lieu à contestation. Je ferai voir que le limon rouge est d'origine fluviatile, comme le reste des dépôts des basses terrasses et du fond des vallées, et qu'il est entièrement différent du limon des plateaux.

Les géologues anglais, et notamment M. Prestwich, admettent l'origine

[1] *Esquisse géologique du département de la Somme*, par Ch.-Jos. Buteux. Abbeville, imprimerie de P. Briez, 1864.

[2] *Bulletin de la Société géologique de France*, séance du 5 octobre 1864.

fluviatile de tous les terrains de transport de la vallée de la Seine et de la Picardie ; ils repoussent l'idée d'un phénomène violent à l'origine de l'époque quaternaire.

Mais, de même que M. de Mercey et les autres géologues français, ils ne disent pas pourquoi le dépôt supérieur de gravier des sablières renferme si rarement des ossements et des silex taillés. De plus, ils font intervenir l'action des glaces flottantes pour expliquer les contournements de certaines zones de terrains de transport, action inconciliable avec les faits, notamment avec l'existence de l'hippopotame, si bien constatée dans tous nos grands fleuves de l'âge de pierre.

Je ferai voir, dans le cours de cet ouvrage, que tous ces phénomènes, si difficiles à comprendre en apparence, sont dus à des actions fluviatiles, qui s'accomplissent encore tous les jours sous nos yeux. Les cours d'eau de l'âge de pierre étaient, à la vérité, incomparablement plus grands que ceux qui coulent aujourd'hui; mais ce fait s'explique par des changements climatologiques incontestables. Le climat de l'Europe était moins chaud l'été, moins froid l'hiver, à l'époque quaternaire que dans les temps modernes; probablement il était beaucoup plus pluvieux.

L'existence de ces grands cours d'eau ne peut d'ailleurs être révoquée en doute; elle a été constatée dans toutes les parties du monde. M. le duc de Luynes, dans son voyage scientifique en Palestine, a reconnu que le niveau de la mer Morte était autrefois de 200 mètres plus élevé qu'aujourd'hui; que le Jourdain était un grand fleuve ; que d'autres fleuves, taris bien antérieurement aux temps historiques les plus reculés, tombaient dans cette mer du côté du sud[1].

Sir Ch. Lyell a fait connaître la grandeur de l'alluvion du Mississipi. A Natchez, les limons déposés par le fleuve s'élèvent à 60 mètres au-dessus du lit actuel, et couvrent une plaine immense. Les eaux pluviales, les tremblements de terre, ouvrent dans ces dépôts limoneux des ravins qui sont de véritables vallées.

M. Agassiz a constaté des faits du même genre dans le bassin de l'Ama-

[1] Voir la relation de cette partie du voyage par M. L. Lartet, *Bulletin de la Société géologique de France*, séance du 1er mai 1865.

zone; quoique ce fleuve éprouve des crues qui s'élèvent encore aujourd'hui à 27 mètres de hauteur, le savant géologue n'a pu expliquer, par l'effet de ces crues, la formation de l'immense plaine de limon, grande comme un continent, qui occupe aujourd'hui ce bassin; il a fait intervenir les glaciers. Mais ces glaciers, descendant sous la ligne jusqu'au niveau de la mer, sont difficiles à comprendre; il suffirait peut-être, pour se rendre compte des faits, d'admettre l'existence d'un fleuve dont la portée serait beaucoup plus grande que celle de l'Amazone actuelle.

M. Agassiz a constaté que l'alluvion limoneuse de l'Amazone n'avait pas moins de 100 mètres d'épaisseur.

Sir Ch. Lyell rend compte, dans le récit suivant, de la grandeur de l'alluvion du Gange[1] :

«Les vastes plaines du Bengale sont couvertes de la boue de l'Himalaya «qui, en remontant le Gange, s'étend dans l'intérieur des terres à 1900 ki«lomètres de la mer, conservant son homogénéité sur toute cette surface, «sauf qu'elle devient un peu plus sableuse à mesure qu'on se rapproche des «hauteurs. Quand on descend le fleuve pendant la saison des inondations, «on ne voit qu'une nappe d'eau dans toutes les directions, sauf çà et là des «têtes d'arbres qui s'élèvent au-dessus de son niveau.

«Le docteur Wallich, tout en confirmant ces observations, m'informe «qu'en certains points du Bengale, plus loin dans l'intérieur, il a rencontré «des coquilles terrestres dans les berges du grand fleuve. On a fait à Cal«cutta des sondages commencés à une faible altitude jusqu'à la profondeur «de 90 à 120 mètres; partout où l'on a trouvé des restes organiques, ils «étaient fluviatiles ou terrestres. Au fond des sondages, après avoir traversé «du limon fin, on atteignit des lits de galets, de sable et de cailloux, tels «qu'en aurait présenté un ancien lit de rivière; on y rencontra des osse«ments de crocodile et la carapace d'une tortue d'eau douce à 100 mètres «de profondeur et 120 mètres au-dessous de la surface. Aucun galet n'est «apporté maintenant par le fleuve.»

Ainsi ce fleuve, qui ne peut plus entraîner aujourd'hui que du limon, roulait autrefois du sable et du caillou; cela donne la mesure de la gran-

(1) *L'Ancienneté de l'homme, etc.*, traduction de M. Chaper.

deur du fleuve ancien. Les eaux courantes déposent le limon qu'elles tiennent en suspension lorsque leur vitesse tombe au-dessous de $0^m,15$ par seconde; il faut que cette vitesse s'élève à $0^m,20$ pour que le sable fin se mette en mouvement, et à $0^m,70$ pour que le courant déplace le petit gravier analogue à celui de nos allées de jardin. Il faut des vitesses de 2 à 3 mètres pour que le caillou se déplace. La vitesse de l'eau du fleuve du Bengale était donc beaucoup plus grande qu'aujourd'hui, à l'époque où il roulait du sable et du caillou, et sa portée, par conséquent, était bien plus considérable.

On verra plus loin que les anciens limons du Mississipi sont contemporains des graviers des grands lits de la Somme et de la Seine, où l'on trouve des silex taillés et des ossements de mammouth, c'est-à-dire qu'ils remontent à l'époque quaternaire, et tout porte à croire qu'il en est de même des anciens dépôts de l'Amazone et du Gange.

Je dois dire quelques mots de cette époque glaciaire dont il a été question ci-dessus, et qui, elle aussi, correspond à l'époque quaternaire.

Dans les montagnes suffisamment élevées, il existe une ligne au-dessus de laquelle le sol reste constamment couvert de neiges, et qui est vulgairement connue sous le nom de *ligne des neiges éternelles*. Les météorologistes savent qu'elle correspond à la courbe de niveau dont la température moyenne, pendant les six mois chauds de l'année, est égale à zéro.

La température moyenne de l'air diminue de 1° centigrade par 160 ou 180 mètres d'augmentation d'altitude; il résulte de là que, plus on se rapproche de l'équateur, plus la ligne des neiges éternelles est élevée. Aujourd'hui, dans nos Alpes, elle est à 2700 mètres environ d'altitude.

La congélation des neiges amène des accumulations de glaces, des glaciers, qui s'écoulent par les vallées, absolument comme les cours d'eau ordinaires, seulement ils marchent avec une lenteur extrême. On m'a dit, en 1865, à Chamonix, que le glacier des Bossons avait rejeté, quelques mois auparavant, les restes d'un malheureux guide tombé dans une crevasse vers 1824.

Le glacier s'arrête au point où la température est assez douce pour opérer

la fusion complète de la glace. Ce point varie suivant les saisons; son altitude est nécessairement plus élevée l'été que l'hiver, et plus élevée encore à la fin des étés chauds. Le glacier s'allonge dans les séries d'années froides et humides, et se retire dans les séries d'années chaudes et sèches.

La glace, glissant dans les vallées, reçoit dans son parcours des éboulis de rochers et de terrains détritiques, qu'elle entraîne avec elle et qu'elle dépose aux points où s'opère sa fusion; ces dépôts portent le nom de *moraines*. Il y a des moraines latérales de chaque côté du glacier, et des moraines terminales à son extrémité. On donne le nom de *blocs erratiques* aux débris de rochers qui, avec la boue glaciaire, constituent les moraines; il y a des blocs erratiques énormes, on l'a vu ci-dessus.

Ces blocs, ainsi transportés dans la glace, subissent des frottements considérables contre d'autres roches restées en place, qui les polissent ou les rayent; il arrive donc parfois qu'ils sont striés et polis, tout en conservant leurs angles vifs. La boue glaciaire se distingue des limons ordinaires en ce qu'elle ne se dépose jamais en zones comme les graviers, les sables et les limons des cours d'eau; elle forme, avec les blocs erratiques, un dépôt complètement irrégulier et confus.

A l'époque quaternaire, les glaciers ont pris un développement extraordinaire. Aujourd'hui la longueur de leurs rameaux dépasse rarement 20 à 30 kilomètres, à partir des sommets les plus élevés des Alpes. Autrefois ils s'étendaient à 250 et 300 kilomètres de ces sommets. Le glacier du Rhône descendait jusque sur les pentes orientales du Jura et même jusqu'à Lyon, remplissant le lac de Genève; de même les glaciers du revers sud des Alpes passaient par-dessus les grands lacs de la Lombardie. En général, on peut dire que les têtes des anciens glaciers des Alpes sont descendues au-dessous de l'altitude de 200 mètres [1].

Les restes des moraines, les blocs erratiques, sont disséminés sur les flancs de toutes les grandes vallées des Alpes, sur les pentes du Jura, à l'aval du lac de Genève; les points où ils se sont arrêtés s'élèvent jusqu'à 1200 mètres

[1] MM. Chantre et Falsan ont trouvé des blocs erratiques à la Croix-Rousse, aux altitudes de 200 et même 150 mètres. Je ne connaissais pas les travaux de ces géologues lorsque j'ai écrit (page 4 de cet ouvrage) que les glaciers anciens avaient poussé leurs moraines jusqu'à l'altitude de 400 mètres.

au-dessus du fond des vallées. Des géologues dévoués à la science, MM. Favre, Sorel, Falsan et Chantre, s'occupent, au moment où j'écris ces lignes, du pénible labeur de repérer et de classer ces épaves des anciens glaciers, disséminées à la surface de nos départements de l'Ain, du Rhône, de l'Isère, de la haute et de la basse Savoie.

On trouve les moraines des anciens grands glaciers dans toutes les parties montagneuses du monde, dans l'Amérique du Nord, en Asie. MM. Hooker et Louis Lartet ont reconnu d'anciennes moraines au pied du Liban; M. Agassiz, sous la ligne, dans le bassin de l'Amazone.

Il paraît que les géologues américains ont constaté l'existence des blocs erratiques dans les prairies plates des bords du Mississipi, jusqu'au 37ᵉ degré de latitude. Des faits analogues ont été constatés dans l'Amérique du Sud, au Chili.

Depuis longtemps M. Collomb avait signalé des moraines dans les Vosges; il vient, avec M. Martins, d'en décrire d'autres qui existent dans les basses vallées des Pyrénées.

M. Delanoue en a signalé dans les vallées du Mont-Dore.

L'existence des grands glaciers est une des questions les plus embarrassantes et les plus controversées.

Les anciens géologues, de Saussure notamment, attribuaient à de grands courants le transport des blocs erratiques. On a imaginé les théories les plus extraordinaires pour expliquer ce phénomène. C'est vers le commencement du siècle qu'on trouva enfin l'explication qui porte le cachet de la vérité.

« Ce fut en 1815, dit M. Favre, que M. Péraudin, chasseur de chamois de « la vallée de Bagne, suggéra à M. de Charpentier l'idée que les blocs erra« tiques avaient été transportés par les glaciers. »

C'est seulement en 1835 que le système de M. de Charpentier fut exposé en France[1]. Il fut vivement combattu, ainsi que je l'ai exposé ci-dessus; mais, aujourd'hui, il est admis par le plus grand nombre des géologues.

D'après cette théorie, les glaciers, à une époque qui remonterait à l'origine des temps quaternaires, se seraient étendus dans toutes les grandes

[1] *Annales des mines*, t. VIII, 1835.

vallées des Alpes, bien au delà de leurs limites actuelles, jusque dans les départements de l'Ain, de l'Isère et du Rhône, jusqu'aux plaines de la Lombardie, et c'est sur ces véhicules qu'auraient voyagé les boues, les cailloux polis et striés et les blocs erratiques à angles vifs qu'on trouve aujourd'hui jusque sur les pentes du Jura, ainsi que dans les anciens départements français limitrophes de la Suisse et de la Savoie.

« M. Agassiz adopta une partie des vues de M. de Charpentier, dit M. Favre; « mais il les modifia en admettant que, pendant l'époque glaciaire, il y eut « une nappe de glace sur toute la terre, tandis que M. de Charpentier sou- « tenait qu'il n'y avait eu que des glaciers de dimensions gigantesques. »

Il paraît que l'illustre géologue a conservé sa manière de voir, car, on l'a vu ci-dessus, il admet que les boues de l'Amazone et les blocs des prairies du Mississipi ont été transportés par les glaciers.

Suivant M. Favre, l'extension des glaciers des Alpes a été produite par deux causes principales : « La grande évaporation qui a dû avoir lieu, après le « soulèvement des montagnes, à la surface des terrains récemment émergés. « et l'élévation des montagnes, qui était plus grande à l'époque quaternaire « que de nos jours. »

M. Favre admet implicitement, comme on le voit, le soulèvement rapide des montagnes; car, si les montagnes s'étaient soulevées lentement, d'un mètre par siècle, comme l'admettent les géologues anglais, elles auraient été complètement asséchées longtemps avant d'avoir atteint l'altitude des neiges éternelles.

Cette explication, que M. Favre emprunte en partie à M. le professeur de la Rive, me paraît, sans contredit, la plus satisfaisante.

En effet, quelle cause plus puissante de refroidissement que l'immense évaporation, conséquence forcée de cette inondation générale, due au soulèvement rapide des Alpes, de l'Himalaya, etc.! On sait que l'évaporation est bien autrement active à la surface d'un sol mouillé, d'un marais ou d'une lagune peu profonde, qu'à la surface d'une mer ou d'un lac. Les ingénieurs du département de l'Hérault ont constaté qu'en été la température des marais de la plaine de Cette s'élevait à 15° au-dessus de celle de l'air. Il devait y avoir des effets semblables à l'origine de l'époque quater-

naire. De là, des pluies continuelles, des brouillards renouvelant et entretenant cette humidité du sol. De là, la cause du refroidissement des étés, du réchauffement des hivers, des glaciers et des grands cours d'eau.

J'insiste peu sur ce point, qui exigerait de grandes études et de longs développements. J'ai déjà dit que j'abandonnerais le moins possible mon rôle de monographe.

VIII.

Preuves de la coexistence en France de l'homme, du *mammouth*, du *renne*, etc.

L'homme a-t-il été témoin de ces grands phénomènes? A-t-il vu le soulèvement des Alpes, ou, du moins, celui des marnes bleues subapennines? A-t-il vécu réellement, à l'époque quaternaire, avec le mammouth? Telles sont les questions que je me propose d'examiner.

Aucune trace de l'homme ou de son industrie n'a été découverte jusqu'ici dans les terrains du bassin de la Seine antérieurs au soulèvement des mollasses alpines et des marnes bleues subapennines.

Mais en Auvergne, dans un terrain qui se trouve à la limite des dépôts éocène et miocène, et qui, par conséquent, est bien antérieur au soulèvement des Alpes, M. le commandant d'artillerie Laussedat a découvert une mâchoire inférieure de rhinocéros, portant des traces d'incisions qui ont paru faites avec un corps dur et tranchant. M. Lartet a étudié avec grand soin cette pièce curieuse, et il a bien voulu me la montrer, afin de connaître mon impression. A première vue, il me semblait incontestable que la main de l'homme seule avait pu laisser ces traces sur un ossement; que les entailles avaient été faites avec un silex tranchant, lorsque la mâchoire était encore fraîche; mais M. Lartet s'est montré plus réservé.

Cette pièce, le plus ancien indice connu de l'existence de l'homme sur la terre, a été présentée par M. Laussedat à l'Académie des sciences et à la Société géologique de France.

M. l'abbé Bourgeois a recueilli hors du bassin de la Seine, à Thenay, près Pontlevoy (Loir-et-Cher), dans le calcaire de Beauce, un grand nombre de silex qu'il croit travaillés par l'homme. Ces silex ont été mis sous les yeux de plusieurs géologues. Beaucoup, et je suis de ce nombre, n'y ont vu que des éclats de silex brisés par des causes naturelles, comme on en trouve dans

toutes les sablières; mais des hommes très compétents, tels que MM. Worsaae, directeur du musée de Copenhague, de Mortillet, etc., partagent l'avis de M. Bourgeois, et sont convaincus que ces silex ont été travaillés par l'homme[1].

M. l'abbé Delaunay a découvert dans les faluns de la carrière de la Barrière, commune de Chazi-le-Henri (Maine-et-Loire), les débris d'un squelette d'halithérium, de la famille des siréniens. Deux des côtes portaient des coupures et des incisions profondes, faites évidemment lorsque les os étaient encore frais. M. de Mortillet a présenté ces ossements à la Société géologique, et il nous a semblé à tous que ces incisions avaient été faites avec un instrument tranchant, dirigé par la main de l'homme. M. Hébert a fait remarquer que certains poissons portaient des dents très tranchantes, qui pouvaient faire des incisions semblables[(2)].

M. Crocchi a signalé à la Société d'anthropologie[(3)] la découverte d'un crâne humain à Olmo, dans les marnes lacustres du terrain pliocène du val d'Arno, en amont de Florence. Au congrès d'anthropologie de 1867, M. Arthur Issel a annoncé que des ossements humains avaient été trouvés dans les marnes bleues pliocènes de Savone.

M. l'abbé Bourgeois a recueilli des silex grossièrement taillés dans les sablières de Saint-Prest, où se trouvent les ossements de l'éléphant méridional. Dans les mêmes sablières, M. Desnoyers a trouvé des ossements portant des traces d'incisions faites avec des outils en silex.

Le calcaire de Beauce s'est déposé avant le soulèvement des mollasses alpines; les faluns de Touraine, les marnes bleues de Savone et celle de l'Olmo ont précédé le grand soulèvement des Alpes du Valais, et les géologues considèrent les sables de Saint-Prest comme contemporains des derniers terrains pliocènes ou des terrains quaternaires les plus anciens. L'homme aurait donc été témoin du soulèvement des mollasses alpines, ou au moins

(1) Au moment où je corrigeais les épreuves de cette introduction, le 12 décembre 1868, M. l'abbé Bourgeois a provoqué une nouvelle conférence dans le cabinet de M. de Quatrefages. J'assistais à cette conférence. Au premier abord, l'impression générale était défavorable; mais M. Bourgeois nous a montré, sur ces silex grossiers, de fines retouches, semblables à celles que tout le monde a pu voir sur les pierres à fusil. On ne peut guère comprendre que ces retouches soient dues à une cause naturelle; les traces du travail de l'homme paraissent évidentes.

(2) M. l'abbé Bourgeois nous a montré un os du même halithérium, présentant des incisions faites avec un instrument tranchant.

(3) *Bulletin de la Société d'anthropologie*, séance du 19 décembre 1867.

de la dernière convulsion qui a relevé les terrains pliocènes subapennins. Les faits relatés ci-dessus, trop peu nombreux encore, sont de simples indices de l'existence de l'homme aux époques miocène et pliocène; les géologues prudents réservent encore leur opinion, mais la science doit enregistrer ces commencements de preuve.

Après le relèvement des marnes bleues, dès l'origine de l'époque quaternaire, lorsque le mammouth apparaît sur la terre, les preuves de l'existence de l'homme deviennent si nombreuses, si positives, qu'elles ne laissent plus subsister aucun doute.

Cuvier n'admettait pas que l'homme eût vécu avec le mammouth; pour lui, ce couronnement de l'œuvre était aussi le dernier terme de la création, et l'autorité de ce grand naturaliste était telle, que, pendant longtemps, les savants ne s'occupèrent plus de rechercher les traces de l'homme dans les terrains quaternaires, convaincus d'avance de l'inutilité de ces recherches. L'annonce des découvertes de quelques chercheurs obstinés fut accueillie par les hommes de science avec la plus complète incrédulité.

En 1823, M. Boué découvrait un squelette humain dans l'ancien limon (*loess*) du Rhin, à Lahr, petite ville du grand-duché de Bade, presque en face de Strasbourg.

En 1828, M. Tournal recueillit des ossements humains, associés à de grossières poteries et à des ossements d'animaux de race éteinte, sous les limons de la caverne de Bize, dans le département de l'Aude[1].

M. de Christol publia, en 1829, un mémoire[2] sur des découvertes du même genre faites par lui et M. Émilien Dumas, un an auparavant, dans la caverne de Pondres, près de Nîmes.

Le docteur Schmerling, de Liège, fit paraître, en 1833 et 1834, deux volumes sur les objets trouvés dans plus de quarante cavernes explorées par lui le long de la Meuse et de ses affluents. Parmi ces objets se trouvaient de nombreux *ossements humains*, et notamment les restes de trois individus au moins, déterrés dans la caverne d'Engis, à 3 kilomètres au sud-est de Liége. Près de ces ossements gisaient des restes d'animaux de race éteinte, tels

[1] *Annales des sciences naturelles*, 1828, t. XV, p. 348. *Ibid.*, 1829, t. XVIII.

[2] *Notice sur les ossements humains des cavernes du Gard*. Montpellier, 1829.

que l'*ours des cavernes*, le *mammouth*, le *rhinocéros à narines cloisonnées*, l'*hyène des cavernes*, ou encore vivants, comme le *chat sauvage*, le *castor*, le *sanglier*, le *chevreuil*, le *loup* et le *hérisson*. On trouva, dans la caverne d'Engis, un *os* et plusieurs *silex taillés*.

Les meilleurs esprits n'attachèrent point à ces premières découvertes l'importance qu'elles méritaient. Ces dernières surtout auraient dû ouvrir les yeux des savants; Schmerling lui-même était fort embarrassé pour expliquer le mélange des autres ossements avec ceux du mammouth et de l'hyène, qu'il considérait comme des espèces tropicales. C'est en 1860 seulement que sir Charles Lyell fit, avec M. le professeur Malaise, une nouvelle visite des cavernes explorées autrefois par Schmerling. M. Malaise y découvrit des fragments d'un *crâne humain*, et *deux mâchoires inférieures* intactes, avec leurs dents. Ces ossements étaient associés avec des os d'*ours*, de grands *pachydermes*, etc.

Suivant sir Charles Lyell, MM. John frères auraient signalé, en 1800, l'existence de *silex taillés* à Hoxne, près de Diss en Suffolk. En 1859, M. Prestwich trouva deux instruments en silex dans cette même sablière, qui a donné depuis des ossements de *mammouth*, de *daim* et de *cheval*.

M. Delanoue signale des découvertes très anciennes d'*ossements humains* et d'instruments en *silex*, faites par M. Austin dans les cavernes du Devonshire.

Ces découvertes étaient contestées, ou n'avaient point attiré l'attention des hommes de science; l'opinion de Cuvier était encore dominante; l'*homme fossile*, mauvaise locution admise alors par le public, était l'objet des plaisanteries de tous, même de nos chansonniers.

C'est à un savant français qu'était réservé l'honneur de déchirer le voile qui cachait la vérité. En 1839, M. Boucher de Perthes trouvait, dans les sablières d'Abbeville, des *silex taillés* de main d'homme et mêlés, dans ces sablières, avec des ossements d'animaux de l'âge du *mammouth*[1]. Ces objets étaient si nombreux, qu'il était impossible de nier leur existence; cependant les savants, toujours sous l'impression des opinions de Cuvier, résistèrent

[1] Un premier mémoire, adressé à l'Institut le 17 août 1846, fut suivi de plusieurs autres qui furent publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome XXIII, pages 355, 517 et 1040; tomes XXIV, XXV et XXVI, pages 1062, 127, 223 et 903.

longtemps encore. Ces outils si grossièrement travaillés étaient, suivant eux, l'œuvre des ouvriers qui exploitaient les sablières et abusaient de la crédulité des explorateurs. Mais, enfin, les yeux s'ouvrirent à la lumière. M. Prestwich, en 1858, faisait photographier, dans la sablière même, à Saint-Acheul près d'Amiens, une hache en silex encore en place, près d'une dent de mammouth.

Dans les séances des 3 et 17 novembre 1859, M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire présentait à la Société d'anthropologie un grand nombre de silex taillés, qui lui avaient été remis par M. Boucher de Perthes lui-même, et dont l'authenticité ne pouvait être contestée.

Le 19 mars 1860, M. Lartet constatait, sur des ossements trouvés à Sevran et décrits par Cuvier, des traces d'incision faites avec des instruments en silex.

La glace était enfin rompue, et les preuves de la coexistence de l'homme, du mammouth et des autres grands mammifères de l'âge de pierre, affluèrent de toutes parts.

Je ne dirai rien, dans cette introduction, des faits constatés dans le bassin même de la Seine par MM. Lartet, Gosse de Genève, marquis de Vibraye, Beaudoin, Collenot, Martin, Reboux, etc. L'histoire de ces découvertes trouvera naturellement sa place dans la quatrième partie de cet ouvrage.

M. Lartet rendit compte, dans la séance de la Société philomathique du 18 mai 1861, de la découverte de la sépulture d'Aurignac, au pied des Pyrénées. Des ossements ayant appartenu à dix-sept squelettes au moins furent, en 1852, transportés et enfouis dans le cimetière du village; ils sont donc complètement perdus pour la science; mais, en dehors de cette sépulture, on trouva des lits de cendres et de charbon, et, dans ces restes d'anciens foyers, des *silex taillés*, des *instruments en os et en bois de renne*, et enfin de nombreux ossements provenant des animaux suivants: *ours des cavernes*, *ours brun*, *blaireau*, *putois*, *tigre*, *chat sauvage*, *hyène*, *loup*, *renard*, *mammouth*, *rhinocéros* (à narines cloisonnées), *cheval*, *âne*, *porc*, *cerf*, *mégacéros*, *chevreuil*, *renne*, *aurochs*.

Plusieurs des ossements avaient été passés au feu; les os à moelle étaient fendus. La plupart de ces débris étaient rongés, comme si les hyènes avaient

l'habitude de visiter les lieux dans l'intervalle des repas funéraires. M. Lartet découvrit, dans les cendres, les coprolithes de ces carnassiers.

Le 23 mars 1863, M. Boucher de Perthes découvrit lui-même à Moulin-Quignon, près d'Abbeville, une *mâchoire humaine* dans une sablière située à 33 mètres au-dessus de la Somme, à 37 mètres au-dessus de la mer. Cette sablière renferme des *silex taillés*. Cette découverte donna lieu à de vives discussions; des savants anglais et français se rendirent sur les lieux. Après les constatations les plus minutieuses, l'antiquité de cette relique ne fut plus contestée par aucune des personnes présentes. M. Alphonse Milne Edwards rendit compte de ces constatations à l'Académie des sciences, mais la Société géologique de Londres refusa de donner un avis sur cette découverte.

Un autre *crâne humain* a été recueilli, depuis, dans la même sablière, par M. l'abbé Martin.

M. Boucher de Perthes a constaté qu'on trouvait des coquilles marines roulées dans les sables de Moulin-Quignon; ce qui prouve que ce terrain de transport, situé aujourd'hui à 37 mètres d'altitude, était autrefois au niveau de la mer. C'était l'ancien cordon littoral de la baie de la Somme. Le 16 juillet 1864, de nouveaux *ossements humains* furent découverts à Moulin-Quignon, en présence de plusieurs personnes, et notamment de MM. Buteux et de Mercey.

Vers la même époque, MM. Lartet et Christy rendirent compte à l'Institut et à la Société d'anthropologie du résultat des explorations faites par eux, en 1863, dans les cavernes du Périgord. Huit grottes ou stations avaient été visitées[1], et MM. Lartet et Christy y avaient trouvé une quantité incroyable de *silex taillés*, d'*ustensiles en bois de renne*, d'*ossements* de toute sorte, restes des repas des habitants des grottes; mais la découverte la plus inattendue a été celle de ces manches de poignard et de ces ustensiles sans nom et sans destination, tels que bois de renne sculptés, ornés de figures des animaux

[1] Grotte de la Combre-Granal, commune de Domme.
Grotte de Puy-de-l'Azé, commune de la Canedat.
Grotte de Liveyre, commune de Tursac.
Grotte de Moustier, commune de Peyzac.
Grotte de la Gorge-d'Enfer, commune de Tayac.
Grotte des Eyzies, commune de Tayac.
Station de la Madeleine, commune de Tursac.
Station de Laugerie-Haute, commune de Tayac et de Laugerie-Basse.

de l'époque, *aurochs, rennes, chevaux,* tous très reconnaissables. Une plaque d'ivoire, découverte par M. Lartet, porte un dessin au trait représentant un *mammouth*, avec sa toison, sa queue de cheval, son front protubérant, en un mot, une image complète de ce singulier éléphant, qu'on trouve dans les glaces de la Sibérie, conservé avec ses chairs et sa peau.

M. le marquis de Vibraye rendit compte à la Société d'anthropologie, dans la séance du 24 février 1864, des découvertes faites par lui dans les mêmes cavernes des communes de Tayac et de Tursac, à Bourdeilles, dans le département de la Dordogne; à la Colombe-Rolland, à la roche Andry, à Montgaudier, à la Chaise, dans le département de la Charente.

Il a recueilli de nombreux *silex taillés,* pointes de lance ou de flèche, hachettes, ustensiles de toute sorte, objets en bois de *renne* et en *ivoire* sculptés, notamment une figurine de *femme* nue, une autre représentant une tête de *mammouth*, etc.

L'homme de l'âge du mammouth avait donc le goût des beaux-arts, et, dans ces ébauches primitives, on trouve toujours un sentiment de la vie qui manque souvent aux artistes des peuples plus avancés dans la civilisation. Ces objets d'art n'ont point été trouvés jusqu'ici dans les gisements plus récents de l'époque de la pierre polie.

Les grottes du Chaffaud, dans le département de la Vienne, ont été explorées par M. de Longuemar, qui a publié à Poitiers, en 1867, le compte rendu de ses recherches. Parmi des ossements d'animaux de race éteinte, il a découvert quelques *débris humains*, des *os* travaillés de main d'homme et servant de poinçons, aiguilles, harpons, spatules, etc.; des dents d'animaux percées, des bois de *renne* sculptés avec figures d'animaux, des coquillages apportés de loin, et surtout une quantité prodigieuse de *silex taillés.*

M. de Rochebrune a fouillé la grotte du Montil, dans le département de la Charente, et y a découvert de nombreux *silex taillés*, des amulettes en bois de *renne*, etc.

M. Lalande a publié une notice sur les grottes des environs de Brives, dans lesquelles il a découvert divers objets remontant à l'époque du renne.

Un des ateliers les plus importants où se taillaient les *outils en silex*, dans

cette partie de la France, est Pressigny-le-Grand (Indre-et-Loire). « Ses pro-« duits, dit M. Paul Gervais[1], étaient portés dans des lieux plus ou moins « éloignés. On en retrouve partout, notamment à Pontlevoy, dans le même « département, à Paris et ailleurs. L'art qui a présidé à la taille de ces objets « est, en général, très remarquable, et il a fallu à la fois des ouvriers très « exercés et très intelligents pour en varier ainsi la confection. »

Des découvertes non moins importantes ont été faites dans le midi de la France.

J'ai signalé ci-dessus celles des premiers explorateurs, MM. Tournal et de Christol, qui remontent au temps de l'incrédulité, à 1828 et 1830.

MM. Émilien Dumas et Marcel de Serres firent des découvertes analogues, mais sans modifier l'opinion de Cuvier. Voici ce que disait notre grand naturaliste à propos de ces découvertes : « On a fait grand bruit, il y a quelques « mois, de certains fragments humains trouvés dans les cavernes à ossements « de nos provinces méridionales; mais il suffit qu'ils aient été trouvés dans les « cavernes pour qu'ils rentrent dans la règle. » — « Or, ajoute M. Paul Gervais, « qui cite ce passage, la règle, telle que Cuvier l'avait posée, c'est qu'on ne « rencontre pas d'os humains dans les couches régulières, même dans celles « qui renferment les éléphants, le rhinocéros, le grand ours, les grands félis « et hyènes. »

Les faits ont donné tort à Cuvier, on l'a déjà vu ci-dessus, puisque l'on a trouvé les *ossements humains* et les *produits de l'industrie de l'homme* mélangés avec les *ossements d'animaux de race éteinte*, que ces derniers ossements sont souvent taillés en aiguilles, poinçons, etc., ou même sculptés comme objets d'ornement, et que la plupart des os longs ont été fendus pour l'extraction de la moelle.

De nombreuses découvertes ont été faites dans les brèches osseuses et les cavernes de la France méridionale, si dédaignées par Cuvier.

Plusieurs de ces grottes, celle de Roca-Blanca explorée en 1859 par M. Graff, celle de Baillargue fouillée par MM. Delmas, Sauvadet et Ricard, celle du Pontil visitée par M. l'abbé Azaïs, celle de Diou-Lou-Gard, de l'Aven-Laurier, etc., toutes situées dans le département de l'Hérault, n'ont

[1] *Recherches sur l'ancienneté de l'homme*, Paris, Arthus Bertrand

donné, avec des ossements humains, que des restes d'animaux de race encore vivante.

Mais, dans les cavernes de Bize, de Laroque, de la Salpêtrière, des Demoiselles, de Mialet, de Saint-Julien d'Écosse, de Duret, de Pondres, on a recueilli, avec les restes de l'industrie humaine, de nombreux ossements d'animaux de race éteinte, de l'*ours des cavernes*, du *renne*, du *grand tigre*, d'une espèce de *tigre* de petite taille, nommé par M. Gervais *Felis servaloides*, d'*hyène*, etc.

En 1862, MM. Trutat, Garrigou et Filhol publiaient, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, une note sur la caverne de Bruniquel, située dans la vallée de l'Aveyron, à 10 mètres au-dessus de ce torrent; ils y avaient trouvé le *renne*, l'*antilope*, le *cerf*, le *chamois*, un *grand bœuf*, le *cheval*, le *loup*, le *chien*, le *renard*, deux oiseaux de la famille des *gallinacés*, *perdrix*, *coq*, et *deux poissons*. Parmi ces débris se trouvaient des preuves incontestables de la présence et même de l'habitation de l'homme : deux *mâchoires humaines* orthognathes, une grande quantité de charbon, un os d'oiseau de grande taille, sur lequel était gravée une figure de poisson, des *silex taillés*, des os travaillés en poinçons et en pointes de flèches, etc.

Le 13 avril 1863, M. le docteur Garrigou rendait compte à la Société géologique de France de ses découvertes dans les cavernes de Lherm et de Bouïcheta, situées sur les bords de l'Ariége.

Ces recherches ont été continuées par MM. Garrigou, Filhol, Trutat et Noulet, qui en ont rendu compte dans divers mémoires. M. Garrigou a exploré deux cent douze grottes. C'est dans ces cavernes qu'on a recueilli les plus nombreux ossements du grand ours et du grand tigre. La seule grotte de Lherm a fourni assez d'ossements de *grand ours* pour qu'il fût possible de reconstituer deux squelettes entiers, qui sont au muséum de Toulouse. Une tête entière de *grand tigre*, découverte par M. Filhol, a figuré à l'exposition de 1867. Deux squelettes de *grand ours* ont été remontés, au muséum de Paris, avec des ossements provenant des mêmes cavernes; de magnifiques ossements d'*aurochs* ont été découverts dans la caverne de Miquet (Ariége).

Suivant M. Garrigou, les cavernes situées à une grande hauteur au-dessus du fond des vallées renferment la faune la plus ancienne, le *grand ours*, le

grand félis, le *rhinocéros* (à narines cloisonnées), le *mammouth;* telles sont les grottes de Bouïcheta, des Enchantés de Loubens, de Lherm, qui sont à 200 et 250 mètres au-dessus de l'Ariége.

Les cavernes qui sont à flanc de coteau, à une petite hauteur au-dessus du fond des vallées, comme celles de Bize près de Narbonne, de Massat (inférieure), de Mas-d'Azil, de Lourdes et d'Espaleuquès, sont surtout caractérisées par les restes du *renne*.

Enfin les cavernes du fond des vallées, Bédeilhac, Sabart, Niaux, Alliat, Ussat, Lambrives, Fontanet (Ariége) et Mialet (Gard), ne renferment que des objets plus modernes, appartenant à l'âge de la *pierre polie*.

Plus récemment, M. Bourguignat a exploré d'autres cavernes dans le midi de la France; il y a fait des découvertes de la plus haute importance, et il s'occupe en ce moment d'une publication sur ses travaux, ce qui ne me permet pas d'entrer ici dans de plus grands détails. Je me bornerai à dire que, dans la caverne de Mars et diverses autres excavations de Saint-Césaire (Alpes-Maritimes), il a découvert une nouvelle espèce de *grand ours* (*Ursus Bourguignati*, Lartet), un *léopard*, un nouveau *tigre* d'une très grande taille, et le *cuon*, aujourd'hui relégué dans l'Himalaya.

Dans les départements de Lot-et-Garonne et du Lot, M. Combes a visité la brèche osseuse de Las Pelenos, la grotte de la Prouguière et les graviers des bords du Lot; il y a trouvé des ossements de *mammouth*, *rhinocéros* (à narines cloisonnées), *mégacéros*, *grand bœuf*, *renne*, *bouquetin*, *ours*, *hyène*, *chat*, *chien*, *lièvre*, *castor*, *petits rongeurs*, oiseaux voisins de la *perdrix* et de la *grive*, avec *silex taillés* et *nucléus*.

MM. Brun et Peccadeau de l'Isle, Cazalis de Fondone, ont également fait d'importantes découvertes dans les cavernes des bords de l'Aveyron. Les pièces exposées en 1867 par M. Peccadeau de l'Isle, dans la galerie de l'histoire du travail, étaient des plus curieuses. On a remarqué surtout une figure de renne sculptée sur ivoire, et un manche de poignard en bois de *renne* représentant un *mammouth*. C'était la trompe, malheureusement brisée, qui s'allongeait pour former la lame.

De nombreux ossements d'*ours* ont été découverts dans la caverne de la Salpêtrière (Hérault). Au-dessus se trouvaient des poteries grossières.

Sur le plateau de Larzac, qui sépare la vallée de l'Aveyron des plaines de l'Hérault, M. de Sambucy-Luzençon a découvert une caverne dans laquelle étaient ensevelis douze *squelettes humains* mis en rond et à demi couchés.

On a recueilli, dans la grotte de Coumba-Negra (Corrèze), des *silex taillés*, grattoirs, pointes de lances, poteries grossières modelées à la main, ossements en partie broyés et indéterminables; à Treste, arrondissement d'Aix (Bouches-du-Rhône), des *silex taillés*, couteaux, grattoirs, etc. (M. Marion); dans les grottes de la Balme et de Béthenas (Dauphiné), des ossements de *grands bœufs*, de *renne*, de *cerf*, de *cheval*, avec *silex taillés* et *ossements humains;* enfin des *silex taillés*, haches, couteaux, grattoirs, pointes de flèches, nucléus, au Mont-d'Or, département du Rhône (MM. Falsan et Locard), et dans le département de la Creuse (M. le comte de Chastagnes).

M. Chantre a fait connaître l'industrie de l'homme préhistorique dans le Dauphiné.

MM. de Ferry et Arcelin ont décrit les diverses localités du Mâconnais où l'on trouve des traces de l'homme de la *pierre taillée*. Ils ont découvert, à Solutré, une véritable nécropole qui remonte à ces temps anciens.

A Treiche, près de Toul, M. Guérin a découvert, sur une surface de près de cinquante hectares, un atelier de fabrication de *silex taillés*, analogues à ceux du Grand-Pressigny.

M. Benoît a signalé, dans la grotte de Baume (Jûra), la découverte de *poteries*, d'instruments en corne de *cerf*, associés à des ossements d'*ours*, d'*hyène*, de *grand tigre*, de *cheval*, d'*éléphant*, de *rhinocéros*, de *cerf* et de *bœuf*.

M. Faudel a découvert, en janvier 1867, le frontal et le pariétal d'un *crâne humain*, avec molaire de *mammouth* et ossements de *grand bœuf*, dans le loess du Rhin, à Eguisheim, près de Colmar. Suivant M. Faudel, le développement cérébral de ce crâne serait moindre encore que celui du crâne de Néanderthal, dont il sera question plus loin.

M. Danglure a signalé des *silex taillés*, analogues à ceux de Saint-Acheul, dans des graviers peu épais de la commune de Vaudricourt, près de Béthune (Pas-de-Calais). M. Bauchard a recueilli trois mille *silex taillés* à Châtillon, près de Boulogne; c'était un atelier de fabrication établi dans une falaise.

MM. Emmanuel Sauvage et Étienne Hamy ont fait mention de la décou-

verte de près de deux cents *silex taillés* dans divers gisements de limon du Boulonnais.

M. Martin (de Dijon) a donné des détails pleins d'intérêt sur les brèches à ossements de Santenay (Côte-d'Or). La brèche osseuse de Santenay est formée d'ossements d'*ours*, de *tigres*, *renards*, *blaireaux*, *rhinocéros*, *bœufs*, *cerfs*, charriés par les eaux et accumulés dans les crevasses béantes de la montagne. Cette brèche est à 500 mètres d'altitude. Dans une fissure du lias, à Nolay, à 380 mètres d'altitude, on a trouvé un squelette presque entier de *mammouth*.

Des ossements du même *éléphant* et de *rhinocéros* ont été recueillis à Chubly, à 300 mètres d'altitude, à Chagny, à 210 mètres, presque au niveau de la plaine de la Saône. Je ferai voir que des découvertes analogues ont été faites dans le bassin de la Seine, sur un grand nombre de points.

M. le comte de Saporta a fait une très intéressante étude de la flore quaternaire en Provence; il arrive à cette conclusion, que le climat était alors plus humide et plus égal qu'aujourd'hui. C'est un travail presque unique, sur lequel je regrette de ne pouvoir donner des détails suffisants.

IX.

[illegible] existence de l'homme [illegible] *de l'âge de pierre* en Belgique, en Suisse [illegible]

En Belgique, M. Dupont a fait de curieuses recherches dans les cavernes de la vallée de la Lesse, commune de Furfooz, province de Namur; il a rendu compte, en 1865, de ses découvertes à la Société géologique de France et à la Société d'anthropologie. Dans deux grottes, le trou des Nutons et le trou du Frontal, il a trouvé plus de douze cents *silex taillés*, des *poteries grossières*, un *frontal humain* avec de nombreux ossements de *renne*, *élan*, *glouton*, *ours brun*, *cheval*, *chamois*, *bouquetin*, *hamster*, *castor*. Une sépulture a été découverte au fond de la grotte; une douzaine de squelettes *humains* y étaient renfermés; on a pu en retirer deux crânes complets, dont un remarquable par le prognathisme de ses mâchoires[1].

[1] On dit qu'un homme est prognathe lorsque les os de sa mâchoire et ses dents sont projetés en avant, ce qui donne à sa figure l'apparence d'un museau; les nègres, par exemple, sont généralement prognathes. L'homme est orthognathe lorsque cette projection des dents et de la mâchoire n'existe pas. L'Européen est généralement orthognathe, quoiqu'il se trouve bon nombre de prognathes, et même de fort intelligents, parmi nos concitoyens.

Les fouilles furent continuées pendant l'hiver de 1865 et 1866, et, dans le trou de la Naulette, on découvrit une mâchoire, un cubitus et un autre os *humain* travaillé, avec ossements de *mammouth*, *renne*, *rhinocéros* (à narines cloisonnées), etc. Cette mâchoire de la Naulette est fort remarquable; au dire des anthropologistes, c'est, de tous les *ossements humains* connus, celui qui se rapproche le plus de ceux du singe.

La plupart des découvertes signalées ci-dessus ont été faites dans le limon des cavernes, souvent sous des couches plus ou moins épaisses de stalagmites. Ce limon a parfois une grande épaisseur et remplit même entièrement l'excavation. Les savants se sont naturellement préoccupés du mode de transport de ce terrain. Est-il le produit d'un déluge? A-t-il été déposé par des cours d'eau, ou par les eaux pluviales? Les ossements ont-ils été apportés par les eaux, ou par les habitants des cavernes?

Schmerling pensait que le dépôt entier avait été formé par les eaux diluviennes, et sir Ch. Lyell ne paraît pas éloigné de partager cette opinion. «Les «faits, dit-il, en parlant des cavernes explorées en Belgique, confirment la «théorie de Schmerling, que la plupart des matières organiques et inor«ganiques remplissant maintenant les cavernes ont été précipitées par les «eaux à l'intérieur, à travers d'étroites fissures verticales ou obliques, dont «les ouvertures supérieures sont encombrées de terre ou de gravier, et «sont à peu près introuvables à la surface, surtout dans une contrée aussi «boisée.» Sir Ch. Lyell cite un cas où les tuyaux émissaires ont été découverts, en Belgique, à Fond-de-Forêt, au-dessus de Chaude-Fontaine. «L'une des fentes communiquant avec la surface a été comblée, jusqu'en «haut, de pierres plus ou moins rondes, avec des ossements, notamment «ceux de l'ours des cavernes. En relation avec le conduit principal, qui a de «30 à 60 centimètres de diamètre, il s'en trouve plusieurs autres plus petits.

«Suivant Liebig, tant qu'un courant, même intermittent, traverse une suc«cession de cavernes, les dépôts stalagmitiques purs ne peuvent se former.»

Les découvertes de M. Dupont en Belgique, de MM. Lartet, de Vibraye, Filhol, Garrigou, etc., en France, prouvent que les matières organiques, les ossements n'ont point été apportés par les eaux dans les cavernes. Ces excavations ont été habitées d'abord par les grands carnassiers, qui y ont laissé

leurs os et les débris de leurs proies, puis par l'homme, qui y a transporté le gibier dont il se nourrissait, qui y préparait les armes et les grossiers ustensiles dont il faisait usage.

Le remplissage a pu se faire de bien des manières, quelquefois par l'invasion des crues des cours d'eau, comme aux grottes d'Arcy, d'autres fois par des boyaux, aujourd'hui comblés, qui servaient de chemin aux eaux extérieures, comme dans les cavernes explorées par Schmerling en Belgique. Je crois que ces eaux extérieures étaient tout simplement le produit de la pluie, qui, je le ferai voir, était bien plus abondante dans ces temps anciens qu'aujourd'hui.

X.

Ce résumé, trop court et très incomplet, suffit néanmoins pour démontrer que l'*homme* de l'âge du *mammouth* et du *renne* a habité, dans toute leur étendue, la France, l'Angleterre et la Belgique, et qu'il a laissé partout des traces de son industrie primitive. Ces traces existent de même dans le reste de l'Europe.

Il sera question plus loin du crâne *humain* découvert, en 1857, dans la caverne de Néanderthal, près de Düsseldorf, avec des ossements de *grand ours*.

En Suisse et en Savoie, on a fait récemment des découvertes analogues.

M. de Mortillet a signalé, dans les graviers remaniés par les cours d'eau au-dessus des moraines (l'alluvion des terrasses de M. Favre), des restes des animaux de l'âge de pierre, notamment dans une tranchée du chemin de fer de Grenoble à Valence, et dans le voisinage de Lausanne, à 25 mètres au-dessus du lac. Dans la première localité, on a trouvé des défenses, des molaires et autres ossements de *mammouth;* dans l'autre, une molaire du même éléphant.

Le même géologue a donné la figure d'un bâton de commandant en bois de *renne,* sur lequel est gravée une très jolie figure de *bouquetin;* cette belle pièce a été trouvée au mont Salève, près de Genève.

M. de Mortillet signale encore la découverte faite, dans le département de l'Ain, d'ossements de *mammouth,* dans des graviers remaniés par les cours d'eau, au-dessus de dépôts glaciaires.

Voici, suivant M. Favre, les noms des localités où les ossements du *mammouth* ont été trouvés en Suisse et en Savoie : bords de la London, affluent du Rhône (en 1786), Fribourg, Aarau, Lucerne, Zurich, Hertin, Mutterz près Bâle, Rheinfeld, la Wasserfallen près Soleure, la Chaux-de-Fonds, Rapperschwyll, Chiesaz près de Vevey (deux dents d'*éléphant*), Tenay sur le chemin de fer de Lyon.

A Durnten, canton de Zurich, on a trouvé avec le *mammouth*, l'*éléphant antique* et le *rhinocéros leptorhinus*. Enfin, au pied du mont Salève, on a recueilli des *silex taillés*, avec des ossements de *renne*.

Nous pouvons suivre les traces de l'homme de la pierre taillée dans tout le pourtour du rivage méditerranéen.

MM. de Verneuil et Louis Lartet annonçaient, le 22 juin 1863, à la Société géologique la découverte de *silex taillés* dans les graviers anciens de Madrid.

En 1866, M. Louis Lartet a fait connaître la découverte de *silex taillés* et de *vieilles poteries*, faite par lui dans les cavernes de la Vieille-Castille.

M. Raffaello Foresti a publié, en 1865, à Florence, un mémoire sur les *silex taillés*, haches semblables à celles d'Abbeville, pointes de flèches, couteaux de la forme de ceux des cavernes de la Vézère, nucléus du type de Pressigny, recueillis par lui dans l'île d'Elbe.

Des découvertes nombreuses ont été faites à Rome : dents d'*éléphant antique* et divers ossements, à peu de distance de l'église Saint-Ange, sur la rive gauche de l'Aniene (M. Blucher, 1865); *haches* semblables à celles d'Abbeville, recueillies à Ponte-Molle (M. Pigorini); atelier de fabrication dans le lit d'un affluent du Tibre (M. Rossi).

Un crâne *humain* a été trouvé, à 7 mètres de profondeur, dans les fondations du pont de Muzzana sur le Pô, entre Pavie et Voghera. On a découvert, tout au fond de la caverne de Fontane, près de Fabrosa, les ossements du *grand ours*. Il faut deux heures de marche pour atteindre le fond de cette caverne. Dans une brèche osseuse de l'île de Pianosa, on a constaté la présence des ossements des animaux suivants : *grand ours*, *fouine*, *renard*, *sanglier*, *cheval*, *bœuf*, *cerf*, *antilope*. (Gastaldi.)

On a trouvé, dans les graviers du Pô, des restes de la plupart des animaux de l'âge de pierre, notamment le *mammouth* et le *mégacéros*. C'est là qu'on a recueilli les plus belles têtes de grands bœufs. (De Mortillet.)

Quoique cette vallée ait été peu habitable dans l'âge de la pierre taillée, en raison de la grandeur des cours d'eau qui la submergeaient, on y a trouvé les traces de l'industrie humaine, notamment des fragments grossiers de *terre cuite*. (Enrico Paglia.)

Dans la Ligurie occidentale, M. Giovanni Ramolino a exploré la grotte de Capra Zoppa, commune de Verezzi, à 50 mètres de la mer et à 7 mètres au-dessus de son niveau. Il y a découvert l'*ours des cavernes*, le *grand tigre*, le *chat*, le *lynx*, l'*hyène*, le *loup*, le *renard*, la *fouine*, le *hérisson*, le *sanglier*, le *cheval*, le *bœuf*, le *cerf*, le *renne*, la *chèvre*, l'*antilope*, le *lièvre* ou *lapin*, le *mulot*, le *rat*, la *musaraigne*, des oiseaux divers et des coquilles.

En Sicile, les premières découvertes du travail de l'homme et des ossements d'animaux de race éteinte sont dues à M. le baron Anca et à Falconer; depuis, la caverne de Carbonenceli a été visitée par M. G.-G. Gemmellaro, qui a découvert l'*ours* ordinaire, l'*éléphant antique*, l'*hyène*, le *cheval*, l'*âne*, le *sanglier*, le *cerf*, beaucoup de couteaux et d'armes *en silex* et des coquilles marines. La grotte a donc été au niveau de la mer; plus tard, elle émergea et fut habitée par l'homme à l'âge de pierre; puis elle se releva encore, et les Sicules fondèrent, à 15 mètres en contre-bas, l'ancienne ville d'Icare.

Dans l'expédition de M. le duc de Luynes en Syrie, M. Louis Lartet a visité une grotte qui s'ouvre dans la vallée de Nahr-el-Kelb (Liban). Il y a découvert une brèche osseuse, avec *silex taillés*. Parmi les ossements, M. Éd. Lartet a reconnu ceux du *daim*.

Au-dessus de la grotte s'étendait une plate-forme où l'on a recueilli des *silex taillés*, couteaux, grattoirs, etc., de même forme que ceux de France.

M. Taylor a découvert des *silex taillés* du type de Saint-Acheul dans le voisinage de Babylone; M. de Vogüé en a recueilli dans les environs de Bethléem.

Dans le congrès d'anthropologie tenu à Paris en 1867, M. Issel a déclaré qu'il avait découvert en Égypte des *silex taillés*. M. Worsaae a cité des découvertes du même genre faites dans le Sahara égyptien. L'*hippopotame* est à

l'état fossile dans la basse Égypte; M. Charles Laurent en a rapporté de nombreux ossements provenant des tranchées de l'isthme de Suez.

En Algérie, M. Bourgeot a exploré des cavernes, où il a découvert un grand nombre de *silex taillés.*

M. Dubosq a recueilli, sur le plateau de Mansourah, près de Constantine, beaucoup d'ossements, provenant presque tous d'animaux d'espèces gigantesques, et qui ont été décrits par M. l'ingénieur en chef des mines Bayle. Ces ossements appartenaient très certainement à des espèces de l'époque quaternaire. Ils ont été découverts dans une couche d'argile, sous un dépôt de calcaire d'eau douce (travertin). M. Bayle a reconnu dans ces ossements le *cheval*, le grand *bœuf*, l'*antilope*, l'*hippopotame*, le *rhinocéros.* Il s'y trouvait une lamelle de molaire d'*éléphant méridional*, ou peut-être d'*éléphant antique*.

M. Duvernoy a décrit une autre espèce de grand ruminant, le *bubale antique*, dont une portion de crâne a été recueillie à Sétif.

Un ours d'une nouvelle espèce a été reconnu en Algérie, dans la caverne de Thuya, par M. Bourguignat, qui l'a nommé *Ursus Faidherbianus*, en l'honneur de M. le général Faidherbe.

Falconer a décrit une espèce particulière d'éléphant fossile (*Elephas militensis*) dont les ossements ont été trouvés, à Malte, associés à ceux de l'*hippopotame*.

Un *hippopotame* a été découvert dans l'île de Crète, mais il n'est pas certain qu'il appartienne à l'époque quaternaire.

Il n'est donc pas douteux que l'homme sauvage de l'âge de pierre n'ait habité les bords de la Méditerranée, c'est-à-dire la région que nous considérons à juste titre comme le berceau de la civilisation.

XI.

Si nous passons en Amérique, nous nous trouvons dans un assez grand embarras, et nous ne rencontrons plus de monuments aussi précis. L'homme était à l'état sauvage dans la plus grande étendue de ce pays, et l'âge de la pierre s'y prolongeait encore à l'arrivée des Européens, notamment sur les bords du Mississipi et de ses grands affluents. Lorsque les colons français et anglais s'établirent dans le pays, ils le trouvèrent occupé par des forêts non

interrompues, dans lesquelles chassaient des sauvages à peau rouge. On a appris, par les travaux de MM. Squier, Davis et Lubrock, qu'antérieurement ces plaines fertiles avaient été cultivées par une nation d'origine inconnue, peut-être de race mexicaine, bien plus avancée en civilisation, qui a couvert le pays de ses monuments. On trouve, dans la vallée de l'Ohio et de ses affluents, des centaines de tumulus immenses. Quelques-uns de ces ouvrages comprennent des surfaces de 20 à 40 hectares, et cubent plus de 500000 mètres. On en a tiré des poteries, des ornements sculptés et divers objets en argent et en cuivre, des armes de pierre, dont plusieurs faites de *silex cornés non polis*, et d'une forme fort analogue à celle des anciens instruments trouvés près d'Amiens et en d'autres points de l'Europe. (Sir Ch. Lyell.)

Cette nation, arrivée à l'âge de cuivre, faisait encore usage de *silex taillés*, quoique l'époque où elle peuplait le nord de l'Amérique soit relativement récente, si on la rapproche de l'époque du mammouth en Europe. Sir Ch. Lyell, qui a visité le pays en 1842, dit que les savants américains font remonter à plusieurs milliers d'années l'existence des tumulus des bords de l'Ohio.

M. Lubrock[1] a décrit les curieuses exploitations de cuivre natif dont cette nation faisait usage dans la fabrication de ses armes et ustensiles. C'est autour du lac Supérieur et au nord de ce lac que ces minières étaient exploitées. M. Knapp découvrit, en 1847, un grand nombre d'excavations, ou minières de cuivre natif, qui s'étendaient sur plusieurs kilomètres de largeur et sur 160 à 240 kilomètres de longueur. On a tiré d'une seule de ces excavations dix charretées d'*outils en silex*, et d'une autre une masse isolée de cuivre natif pesant plus de 6000 kilogrammes. Ces Indiens de l'âge de cuivre étaient de très habiles potiers, quoiqu'ils ne connussent ni le tour ni le vernis. On trouve, dans leurs tumulus, des vases d'une grande élégance, comparables à ceux des Péruviens. Leurs pipes en terre cuite sont ornées de figures d'animaux vivant encore aujourd'hui. M. Squier, dans le congrès d'anthropologie réuni à Paris en 1857, a comparé ces monuments des bords de l'Ohio, en gros blocs non taillés et en terre, à nos dolmens de l'Europe.

[1] *Revue archéologique,* septembre 1865. *Archéologie de l'Amérique du Nord,* traduction de M. Assolant. Voir également un mémoire de M. Bourguignat, intitulé : *Monuments symboliques de l'Algérie.*

Mais, dans la même région, on a découvert des traces beaucoup plus anciennes de l'existence de l'homme. Le *mammouth* a habité les États-Unis du Nord et le Canada; dans la partie sud des États-Unis, et même le long des cours d'eau des grands lacs, il est remplacé par le *mastodon giganteum* de Cuvier (sir Ch. Lyell). On a découvert des squelettes entiers de ce grand proboscidien enfouis dans la vase.

Dans le bassin du Mississipi, M. Dickeson de Natchez a recueilli un os pelvien *humain* (os innominatum), provenant d'une ancienne couche de limon du fleuve, qui s'élève aujourd'hui à 60 mètres au-dessus de l'alluvion moderne, et dans laquelle on trouve habituellement des ossements de *mastodonte*, de *mégalonyx*, de *bœuf*, de *cheval*, etc. Sir Ch. Lyell, qui visita les lieux en 1846, convient qu'alors il avait une grande tendance à révoquer en doute l'ensevelissement simultané des ossements de l'*homme* et du *mastodonte;* mais, depuis, il a complètement changé d'opinion, et, de plus, il ne pense pas que ces limons à *mastodonte* et à *mégalonyx* soient plus anciens que les graviers à *mammouth* des vallées de la Seine et de la Somme.

Sir Ch. Lyell cite encore un squelette *humain* de la race des Peaux-Rouges découvert à la Nouvelle-Orléans, à 5 mètres de profondeur, sous quatre forêts ensevelies et superposées l'une à l'autre. Le docteur Dowler évalue à cinquante mille ans l'âge de ce squelette; mais sir Ch. Lyell ne se porte nullement garant de l'exactitude de ce calcul.

Une découverte plus importante, si elle se confirmait, est celle qui a été annoncée par M. Marcou, d'après un journal de Boston, sous la date du 14 juin 1866: on a trouvé près de la Nouvelle-Orléans, dans la vallée du Mississipi, à 10 mètres au-dessous du sol, une immense couche de sel gemme; dans les déblais, à 6 ou 7 mètres de profondeur, on a recueilli des ossements d'*éléphant* (de *mastodonte* sans doute), et, au-dessous, des *paniers fabriqués en roseaux.*

Un squelette *humain* a été découvert en Californie, dans une coulée de lave basaltique, avec des ossements de *mastodonte* et des pierres polies.

Il est donc certain que l'*homme* a vécu en Amérique, avec l'*éléphant* et le *mastodonte*, bien avant l'époque des dolmens dont j'ai parlé ci-dessus, et qui correspond à celle des dolmens européens ou de la pierre polie. Il

n'échappera à personne que tous ces grands animaux ont abandonné depuis longtemps le sol américain comme celui de l'Europe.

Mais il y a cette différence dans le développement de l'homme de l'Europe et de l'homme de l'Amérique, c'est que celui-ci, après s'être élevé à un assez haut degré de civilisation, comme l'Européen des dolmens, n'a jamais pu monter au-dessus de ce niveau, et même est retombé à l'état sauvage dans une grande partie du pays, dans les vallées du Mississipi et de ses affluents, par exemple.

La rareté des découvertes en Amérique tient, on le comprend sans peine, au peu de densité des populations modernes, à l'immense largeur des dépôts, presque toujours limoneux, qui renferment ces richesses paléontologiques, et au développement relativement insignifiant des fouilles ouvertes dans ces terrains de transport.

En Europe, c'est dans le voisinage des grandes villes, où la moindre sablière est une richesse, que les plus grandes découvertes ont été faites. En Amérique, en Asie et en Afrique, lorsqu'il n'y a pas de cavernes à explorer, il faut attendre qu'un hasard heureux, comme à Natchez, qu'un ravinement mette à découvert quelques précieux restes de ces temps anciens.

Ces observations s'appliquent encore mieux à l'Amérique du Sud, où la population d'origine européenne est moins dense que dans l'Amérique du Nord. Les grands proboscidiens, le *mammouth*, le *mastodonte*, n'ont pas été découverts jusqu'ici au nord ni au centre de ce continent; il paraît même que, dans l'immense plaine de limon qui forme la plus grande partie des bassins de l'Amazone et de l'Orénoque, on n'a trouvé les restes d'aucun être organisé de l'époque quaternaire.

Mais, sur les bords des grands affluents de la Plata, les ravinements de limons anciens mettent souvent à nu des ossements d'animaux non moins étranges que ceux de l'âge de pierre de notre Europe. Ils appartiennent à la famille des édentés, des *tatous*, des *paresseux*, etc., qui habitent encore le pays; mais ils sont de taille gigantesque. On a pu voir, à l'Exposition de 1867, les restes monstrueux des mammifères recueillis par M. Séguin, notamment du *mégathérium*, du *mylodon* du *clyptodon* (tatou gigantesque), etc. M. le docteur Sénéchal a pu remonter un squelette complet de *clyptodon* qui

appartient à notre Muséum, où l'on voit, en outre, de curieux fragments de son énorme carapace. Ces mammifères vivaient peut-être à l'époque de notre âge de la pierre taillée.

Depuis longtemps on avait trouvé dans les mêmes limons, avec les édentés, des ossements de mastodonte, de cheval, et même quelques os humains.

M. Pelegrino Strobel a présenté au congrès d'anthropologie, en 1867, divers objets en *pierre taillée*, haches du type de Saint-Acheul, bouts de flèches sans pédoncules, découverts dans des lagunes, à l'ouest de Buenos-Ayres. Suivant lui, les haches en *pierre polie*, communes au Brésil, n'ont point encore été découvertes dans la république Argentine. Ces objets sont-ils contemporains du *mégathérium* et des grands édentés de race éteinte? Il serait peut-être téméraire de l'affirmer : nous sommes trop rapprochés de l'époque où l'homme vivait encore à l'état sauvage sur les bords de ces grands fleuves.

En Sibérie, on trouve, en très grand nombre, le *mammouth* et le *rhinocéros à narines cloisonnées*, surtout dans les nombreuses presqu'îles de la côte et dans l'île de Taimyr; on sait que le commerce de l'ivoire fossile a pris un grand développement dans cette contrée; quelquefois ces grands animaux sont conservés dans la glace avec leur peau et leur chair. M. Ch. de Baer signale la découverte d'un mammouth entier, faite en 1864 par un Samoyède dans la baie du Tas, bras oriental du golfe de l'Obi. En février 1866, un peu tardivement peut-être, on a envoyé sur les lieux un naturaliste distingué, M. Schmidt, afin de sauver le corps de cet animal. On espérait néanmoins arriver à temps pour constater la nature des aliments contenus dans l'estomac[1].

Il semble démontré, par tout ce qui précède, que l'homme a vécu dans toutes les parties du globe terrestre où des recherches suffisantes ont pu être faites, et cela à une époque qui paraît, dans chaque localité, correspondre au développement maximum des vertébrés à sang chaud, à l'époque du *mammouth* dans la France, l'Angleterre, la Belgique, l'Europe centrale et la Sibérie, de l'*éléphant antique* sur les bords européens de la Méditerranée,

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 16 avril 1866.

du *mammouth* et du *mastodonte* dans l'Amérique du Nord, du *mégathérium* peut-être et du *mastodonte* dans l'Amérique du Sud.

Aucune tradition écrite des peuples civilisés ne fait mention de cette époque singulière, dont l'histoire semble l'œuvre d'une imagination en délire. Glaciers immenses couvrant toutes les montagnes du monde et poussant leurs ramifications jusque dans les plaines, fleuves énormes remplaçant nos petites rivières, monstrueux mammifères vivant sous ce ciel inclément, dans un incompréhensible mélange des espèces du nord et du midi; au milieu de tout cela, l'*homme à l'état sauvage*, combattant ses redoutables voisins avec quelques armes en silex : tels sont les faits incontestablement établis aujourd'hui.

XII.

État de l'homme pendant l'âge de pierre.

Ce n'est guère qu'en Europe, et surtout en France, qu'il a été possible de réunir des documents assez nombreux pour donner une idée de l'homme à cette époque; on a vu, dans ce qui précède, qu'il était alors à l'état sauvage, n'ayant d'autres armes que des éclats de *silex* grossièrement *taillés*. Nous voyons, par les sculptures et les dessins au trait trouvés dans les cavernes, qu'il avait une certaine aptitude pour les arts. Les savants qui s'occupent d'anthropologie ne se sont pas contentés de ces faits; ils ont cherché à reconnaître si l'homme, dès son origine, était constitué comme aujourd'hui, et notamment si le développement de son cerveau était le même que celui de l'homme moderne. Malheureusement les découvertes sont encore peu nombreuses, et l'on en a tiré d'abord des conséquences qu'il faut modifier tous les jours.

En 1857, dans la vallée de la Düssel, près de Düsseldorf, un squelette *humain* fut découvert dans la caverne de Néanderthal. Sir Ch. Lyell visita cette caverne en 1860, justement au moment où l'on y trouvait une canine de *grand ours*, dans la couche où le cadavre *humain* avait été enterré.

Lorsqu'on présenta le crâne pour la première fois, en 1857, à une assemblée de savants allemands réunis à Bonn, plusieurs exprimèrent l'opinion qu'il pouvait bien ne pas appartenir à un squelette *humain;* on trouvait que l'énorme épaisseur des arcades orbitaires, la dépression inusitée du front,

l'aplatissement de la tête et beaucoup d'autres caractères le rapprochaient de celui du *singe*. La mâchoire de la Naulette, trouvée par M. Dupont, se rapproche aussi beaucoup de celle du *singe*.

On s'est peut-être trop pressé de conclure de là que l'*homme* de l'âge de pierre n'était pas constitué comme l'*homme* de nos jours, qu'il était d'une race inférieure, et que, par certains caractères, il se rapprochait du *singe*. Au congrès d'anthropologie qui se réunit à Paris dans les derniers jours d'août 1867, une discussion s'engagea sur cette question. Plusieurs des savants qui assistaient à cette réunion déclarèrent qu'ils admettaient un lien de parenté entre le *singe* et l'*homme;* c'est ce que prouvaient, suivant eux, les caractères d'infériorité constatés dans les ossements *humains* de la caverne de Néanderthal et dans la mâchoire de la Naulette. Les savants français, et notamment M. de Quatrefages, protestèrent contre cette opinion.

Il y avait cependant, dès l'origine des discussions qui s'établirent sur ce sujet, une première objection à faire : un des crânes découverts par Schmerling dans la caverne d'Engis était de forme normale. Depuis, des ossements non moins remarquables ont été recueillis dans les circonstances suivantes.

En exécutant des travaux de chemin de fer aux Eyzies, commune de Tayac (Dordogne), on mit à découvert, au lieu dit *le Cro-Magnon,* une sépulture contenant huit *squelettes humains*, dont cinq furent détruits. M. Louis Lartet fut envoyé sur les lieux par le Ministre de l'instruction publique, pour recueillir les objets découverts. Les squelettes étaient enfouis dans le sol d'une sorte de grotte complètement remplie de limon. Autour d'eux, dans la même sépulture, étaient épars des colliers *en coquille,* des amulettes *en ivoire*, des armes et des outils en *bois de renne* et en *silex taillé*, du même genre que ceux recueillis dans les cavernes du voisinage par MM. Éd. Lartet, Christy et M. le marquis de Vibraye; on y trouva, en outre, un fragment de défense d'éléphant, des ossements de quatorze ou quinze espèces de mammifères et d'un oiseau. La sépulture du Cro-Magnon remontait donc à l'âge de pierre. M. Louis Lartet rendit compte de sa mission à la réunion des Sociétés savantes, présidée par le Ministre, le 14 avril 1868; il présenta notamment les trois crânes sauvés de la destruction. L'un d'eux, celui d'un

vieillard, est parfaitement normal; le développement cérébral est considérable. Un autre, celui d'une femme, est, on le comprend, de taille plus petite; il porte au front une entaille profonde à laquelle s'adapte une arme en silex de la même provenance[1]. Suivant M. le docteur Broca, les ossements indiquent des individus de grande taille; les crânes sont volumineux et à parois minces; leur forme est dolichocéphale; l'angle facial est très ouvert; tout annonce une race parfaitement organisée. Les signes d'infériorité sont peu importants; c'est surtout un léger prognathisme des mâchoires. On voit aussi dans les os longs quelques dispositions particulières aux races inférieures.

Les anthropologistes n'hésitent plus à reconnaître, dans ces restes encore peu nombreux de l'*homme quaternaire*, les types de plusieurs races, de Celtes, de Mongols, d'Esthoniens, etc. Ainsi ces races, et à plus forte raison l'espèce humaine, étaient parfaitement fixées à cette époque; quand même les hommes et les simiens appartiendraient à deux branches divergentes partant d'un tronc commun, il est donc déjà prouvé que ces deux branches étaient aussi éloignées l'une de l'autre à l'époque quaternaire qu'aujourd'hui.

En remontant beaucoup plus loin dans les temps géologiques, nous retrouvons toujours l'abîme qui sépare l'homme de l'animal, l'acte *intentionnel* de l'acte *instinctif*. M. l'abbé Bourgeois établit que l'homme vivait à l'époque où se déposaient les calcaires de Beauce, en faisant voir que certains cailloux, découverts par lui dans ces terrains, sont taillés *intentionnellement* en perçoirs, en grattoirs, etc. Dès que ce fait est démontré, il ne vient à l'idée de personne que ce travail soit l'œuvre d'un singe ou d'un autre animal; il ne peut être attribué qu'à l'homme.

Ceux qui veulent établir un lien de parenté entre l'homme et le singe devraient donc chercher plus loin encore la souche commune. Mais, au delà des calcaires de Beauce, nous perdons les traces de l'homme et des anthropomorphes. On peut conclure de là qu'on était loin du but à l'époque quaternaire, si toutefois ce but existe.

Il faut bien dire que ce système est basé purement et simplement sur

[1] M. Louis Lartet fait remarquer que cette profonde blessure n'a pas donné immédiatement la mort, car l'os s'est réparé intérieurement.

des raisonnements; jusqu'ici, tous les faits connus semblent prouver la fixité parfaite des espèces correspondant à chaque terrain, non-seulement dans les animaux de l'ordre le plus élevé, mais encore dans les vertébrés à sang froid, et même dans les mollusques. Ce dernier fait est d'autant plus important que les mollusques, suivant l'heureuse expression de sir Ch. Lyell, offrent la série la plus continue de médailles géologiques. Si, dans les magnifiques collections qu'on possède aujourd'hui à Londres et à Paris, on n'a pas pu encore trouver une série d'espèces établissant un passage entre deux genres de mollusques, je crois qu'on ne peut raisonnablement conserver l'espoir d'en trouver une entre le singe et l'homme.

Je vais plus loin : rien, dans les documents scientifiques que nous possédons, ne peut nous donner une idée du développement de l'intelligence de l'homme au moment où il a paru sur la terre. L'homme et la femme les mieux organisés, arrivés à l'état le plus parfait de la civilisation, ayant les notions les plus élevées des beaux-arts, des lettres, de la poésie, doués des sentiments les plus nobles, s'ils étaient abandonnés à eux-mêmes sur une terre déserte, verraient, dès la première génération, leurs enfants vêtus de peaux de bêtes, heureux de trouver une arme en silex pour se défendre ou pour frapper leur proie, oubliant bien vite les notions les plus élémentaires de la civilisation pour s'occuper des plus pressantes nécessités de la vie; en un mot, à l'état sauvage. Tout cataclysme terrestre qui détruirait la race humaine, à l'exception de quelques individus, conduirait nécessairement au même résultat.

La science ne nous indique donc pas dans quel état l'homme est sorti des mains du Créateur.

Mais un grand pas a été fait. Les découvertes modernes ont comblé une immense lacune, qui existe aussi bien dans les livres sacrés des Hébreux que dans les traditions des anciens peuples civilisés, des Égyptiens, des Grecs, des Assyriens et des Indous. La plupart de ces documents font mention de la création de l'homme, d'un déluge dont la plus grande partie de la race humaine aurait été victime; aucun ne donne la moindre notion sur l'état sauvage dans lequel l'homme a dû nécessairement vivre après ces deux actes du Créateur. Les textes correspondant à ces deux époques sont complè-

tement obscurs, et cela n'a rien d'étonnant, car l'homme à l'état sauvage ne laisse point de traditions. Mais on comprend qu'il ait conservé un vague souvenir des grandes époques de la création, de la terreur produite par un cataclysme comme le déluge, de même que nos paysans illettrés ne gardaient autrefois dans leur mémoire d'autres dates que celles des années de grande abondance et de grande disette.

Nous savons aujourd'hui que, très probablement, l'homme a vu la submersion produite par les derniers soulèvements des Alpes, que bien certainement il a vécu à l'état sauvage après cet événement, dans toute l'Europe, sur les bords de la Méditerranée, en Amérique, etc.

XIII.

Découvertes dans les terrains de transport. Divisions de cet ouvrage.

La plupart des découvertes dont j'ai parlé jusqu'ici ont été faites dans des cavernes ou des sépultures. D'après M. Éd. Lartet, les cavernes se divisent en trois classes. Les plus anciennement habitées contiennent toute la faune quaternaire; viennent ensuite celles où les restes du *renne* dominent. On ne trouve plus dans la dernière classe que les animaux actuels, et notamment les races domestiques. Les cavernes des deux premières classes ont été habitées pendant l'époque quaternaire; celles de la troisième pendant l'époque de la pierre polie. (Congrès d'anthropologie, 1867.)

Il ne faudrait pas conclure de là, comme l'ont fait beaucoup de géologues, que le mammouth et la plupart des autres animaux de l'époque quaternaire eussent disparu à l'époque du *renne*. Il est certain, au contraire, que le mammouth et le renne ont vécu ensemble jusqu'à la fin de cette époque de l'histoire de la terre; c'est l'opinion que j'ai toujours entendu exprimer par M. Éd. Lartet. Les découvertes faites dans les graviers des anciens cours d'eau ne laissent aucun doute sur ce point; on y reconnaît que la faune quaternaire est presque identique, lorsqu'on l'étudie soit dans les plus anciens graviers, soit dans les terrains de transport qui se relient, presque sans solution de continuité, à ceux des cours d'eau plus modernes de l'âge de la pierre polie.

L'étude des terrains de transport conduit donc à des résultats plus nets que celle des cavernes; mais elle est bien plus pénible et plus difficile.

L'explorateur des cavernes fait pratiquer sous ses yeux des fouilles dans les terrains renfermant les ossements et les silex taillés; il a la satisfaction d'assister à la découverte de ces restes du travail de l'homme et de recueillir les débris des animaux contemporains. L'explorateur des terrains de transport n'est pas aussi heureux. Il ne peut indiquer *a priori* le point précis où il faut fouiller pour trouver quelque chose. Il doit attendre patiemment que l'exploitation des sablières lui révèle les richesses qu'elles renferment : il est rare qu'il soit témoin de la découverte d'un objet intéressant, et, dans la plupart des cas, il s'en rapporte à la probité des ouvriers. Il faut donc qu'il ait assez de tact pour ne pas être trompé grossièrement par eux, et qu'il soit assez vigilant pour ne pas laisser jeter aux décharges publiques les débris les plus précieux. Mais, s'il a la patience nécessaire, il peut arriver aux résultats les plus intéressants.

Je démontrerai, dans cet ouvrage, qu'on établit avec certitude l'âge relatif des divers terrains de transport d'une contrée d'après l'altitude des sablières, les plus hautes étant toujours les plus anciennes. On peut donc en conclure l'âge des richesses paléontologiques qu'ils renferment. L'étude des cavernes ne donne pas la même certitude. Ainsi ces deux genres de gisements se complètent l'un par l'autre. Les cavernes donnent des faits plus nombreux; les terrains de transport, des dates relatives plus précises.

Les plus riches graviers qui aient été explorés en France sont ceux des bassins de la Somme et de la Seine. «C'est dans le banc de silex roulés de «Saint-Acheul (près d'Amiens), de la porte Marcadé et de Moulin-Quignon «(près de la baie de la Somme), dit M. Buteux, qu'ont été trouvés les silex «travaillés qui ont fait le sujet des publications de M. Boucher de Perthes[1].»

Voici, d'après le même géologue, l'état des restes les plus remarquables des hommes et des animaux de l'âge de pierre trouvés dans les graviers de la Somme.

OSSEMENTS HUMAINS.

Les ossements humains ont été découverts dans la sablière de Moulin-Quignon.

[1] *Esquisse géologique du département de la Somme.* Abbeville, imprimerie de P. Briez.

Le 23 mars 1863, une moitié de *mâchoire* a été trouvée par MM. Boucher de Perthes et Dimpre père et fils.

En 1864, une partie de *crâne* a été recueillie par MM. les abbés Martin et Dergny.

Le 9 juillet 1864, MM. Marcotte, de Caïeu, Sauvage, Dubois et Trancart ont recueilli plusieurs fragments d'os, notamment un fragment de *fémur* long de 13 centimètres.

Le 16 juillet suivant, un fragment de *crâne*, une *clavicule*, un *métatarsien*, ont été découverts par les mêmes savants et MM. Devillepoix, Buteux, de Mercey et de Varicourt.

OSSEMENTS DE MAMMIFÈRES[1].

CARNASSIERS.

Ursus spelæus, Blum. Menchecourt.

Felis. Une dent appartenant à une grande espèce. Menchecourt.

Hyæna spelæa, Gold. Menchecourt.

PROBOSCIDIENS.

Elephas primigenius, Blum. Amiens, entre Saint-Roch et Saint-Acheul, Menchecourt, Moulin-Quignon, Abbeville, près l'hôpital, Bavelincourt et quelques autres lieux.

Elephas antiquus, Falc. Menchecourt.

PACHYDERMES.

Rhinoceros tichorhinus, Cuv. Menchecourt, Saint-Roch.

Hippopotamus. Saint-Acheul.

SOLIPÈDES.

Equus fossilis, Owen. Plus petit que le cheval ordinaire.

RUMINANTS.

Cervus somonensis, Cuv. Menchecourt, Saint-Roch.

[1] *Esquisse géologique du département de la Somme.*

Cervus tarandus priscus, Cuv. Menchecourt[1].
Bos priscus, Boj. Saint-Roch.
Bos primigenius, Boj. Menchecourt, Saint-Roch.

M. Éd. Lartet conteste la réalité de la découverte de l'*Ursus spelæus* dans les graviers de Menchecourt. Suivant ce savant naturaliste, les ossements de cet ours n'ont jamais été recueillis jusqu'ici dans les graviers des anciens cours d'eau. Quoi qu'il en soit, on trouve, en outre, dans les sablières de la Somme, un grand nombre de coquilles terrestres ou d'eau douce. Ainsi, dans les sables de Saint-Acheul, on a découvert trente espèces de ces invertébrés. Ces espèces sont presque toutes les mêmes que celles qui ont été recueillies dans le bassin de la Seine, et dont il sera question dans la quatrième partie de cet ouvrage.

Les sables de Moulin-Quignon, qui sont à 37 mètres au-dessus de la mer, ont été probablement déposés dans les premiers temps de l'époque quaternaire. L'homme existait donc à cette époque reculée.

C'est surtout par la présence des silex taillés que l'existence de l'homme se révèle en Picardie. J'ai fait connaître ci-dessus la révolution scientifique qui a été la conséquence des découvertes de M. B. de Perthes (page LXXIV). Je dirai peu de chose des autres découvertes paléontologiques ; on verra, à la quatrième partie de cet ouvrage, que les terrains de transport du bassin de la Seine, surtout ceux de Paris, sont beaucoup plus riches; ce qui veut dire qu'ils ont été beaucoup plus exploités. On a donc pu, à Paris, étudier, sinon avec plus de soin, au moins avec plus de facilité qu'en Picardie, les terrains de transport et les richesses paléontologiques qu'ils renferment. C'est à ce point de vue que cet ouvrage peut offrir quelque intérêt.

Je l'ai divisé en quatre parties.

Dans la première, j'étudie les phénomènes qui ont donné au bassin de la Seine son relief actuel. Je fais voir par des faits, incontestables suivant moi, que ce relief est dû à une action extrêmement *violente* des eaux courantes, et non aux *actions lentes* des agents atmosphériques, comme beaucoup de géologues l'admettent encore. Ce déluge a laissé, sur les plateaux et sur

[1] Suivant M. Lartet, le *renne* a été trouvé aussi à Saint-Acheul.

les terrasses qui bordent les vallées, un vaste manteau de limon rouge, parfois de larges plages de graviers; au fond des vallées, un long cordon de détritus de toutes les roches détruites.

Dans la deuxième, je fais voir que, pendant l'époque quaternaire ou l'âge de la pierre taillée, ce cordon des terrains de transport du fond des vallées a été remanié par d'immenses cours d'eau; je cherche à déterminer le régime de ces cours d'eau, leurs pentes, leur mode d'alluvionnement, surtout lorsqu'ils abaissaient le niveau de leur lit, fait qui est constaté partout. Je démontre que cet abaissement des lits est dû à la forte pente des vallées dans leurs parties supérieures, et au relèvement du continent dans les parties inférieures; qu'aucune invasion d'eau diluvienne ne peut être constatée dans le bassin de la Seine après le cataclysme qui lui a donné son premier modelé.

La troisième partie est consacrée spécialement à l'étude de l'époque où ces grands cours d'eau se sont transformés et sont devenus nos petits cours d'eau modernes. Cette époque de transition est caractérisée par l'invasion des tourbes. J'étudie spécialement la répartition des tourbes au fond des diverses vallées du bassin de la Seine. Le dernier lit des grands cours d'eau de l'âge de pierre a été comblé avec du limon et du gravier dans les terrains imperméables, avec de la tourbe dans les terrains perméables.

Les pluies étaient incomparablement plus grandes pendant l'époque quaternaire que de nos jours.

J'ai cherché, dans la quatrième partie, à étudier les faits paléontologiques. Je démontre que les terrains de transport véritablement diluviens ne peuvent renfermer qu'un très petit nombre de débris des victimes du déluge; que les ossements renfermés dans les graviers sont les restes d'animaux qui se sont noyés sur place, ou dont les cadavres, gonflés par les gaz, sont arrivés, en flottant, aux points d'alluvionnement ordinaires des cours d'eau qui ont succédé au déluge, c'est-à-dire dans les anses et sur la rive convexe des tournants; que les *silex taillés* recueillis dans les sablières n'ont jamais été transportés par les eaux; qu'ils ont été travaillés sur place par les hommes de l'âge de pierre, dans les lieux où l'eau était relativement tranquille, c'est-à-dire aussi dans les anses et sur la rive convexe des tour-

nants. C'est pour cela que les silex taillés sont si communs dans les graviers siliceux, et si rares dans les graviers calcaires. Je donne un résumé rapide des découvertes faites dans le bassin de la Seine, et je démontre que, pour la plupart, elles se rattachent à ces points d'alluvionnement.

L'abondance des pluies, dans les temps anciens, est aussi démontrée par la paléontologie.

La plupart des auteurs prétendent qu'une dernière inondation générale, un déluge dû à la fonte des grands glaciers, a clos les temps quaternaires; que le limon rouge des plateaux a été déposé par ces eaux diluviennes. Je crois donner, dans le cours de cet ouvrage, des raisons solides pour repousser ce système. Il n'y a pas eu d'invasion d'eau générale depuis la dernière convulsion des Alpes. La fonte des grands glaciers n'a produit aucun déluge de ce genre dans le bassin de la Seine.

Les coupes de l'alluvion des terrasses données par MM. de Mortillet et Favre ne laissent aucun doute sur ce point. Cette alluvion, qui repose sur la boue glaciaire, est bien certainement quaternaire, puisqu'elle renferme les restes du *mammouth* et du *renne;* elle est postérieure au terrain glaciaire, puisqu'elle repose sur ce terrain; elle a donc été produite par les torrents qui sortaient des glaciers lorsque ceux-ci se retiraient, puisqu'elle remonte jusqu'aux limites des plaines des grands lacs. Par conséquent, la fusion des grands glaciers n'a point été rapide; car, si les torrents qui en sont sortis avaient été assez considérables pour submerger la Belgique, le Hainaut, la Picardie et une partie du bassin de la Seine, ils n'auraient pas, dans les vallées suisses, laissé trace du terrain glaciaire et de l'alluvion ancienne sous-jacente. Cette fusion a certainement produit d'immenses cours d'eau, comme l'a démontré M. Collomb; mais ces cours d'eau ne se sont jamais élevés à la hauteur d'un déluge. L'alluvion des terrasses, remaniée ou transportée par eux, a jusqu'à 15 et 20 mètres d'épaisseur en certains points. Cela annonce sans doute des rivières formidables, mais très analogues, si l'on tient compte de la différence des altitudes et des pentes, à celles qui existaient à la même époque dans le bassin de la Seine.

Il est à remarquer que la paléontologie quaternaire ne commence, pour la Suisse et la Savoie, qu'à cette époque de la fusion des glaciers, c'est-à-

dire plus tard que dans le reste de l'Europe. L'*éléphant* et le *renne* suivaient les glaciers dans leur retraite. C'est ce qui résulte encore des observations de MM. Favre et de Mortillet.

En réalité, il n'y a eu, aux époques pliocène et quaternaire, dans le bassin de la Seine et dans les autres parties de l'Europe qui n'ont point été envahies par le boulder-clay, qu'un ou deux phénomènes diluviens qui se rattachent aux dernières convulsions des Alpes et qui ont déposé le limon des plateaux. Le surplus des terrains de transport a été, en grande partie, abandonné au fond des vallées par les mêmes courants diluviens; mais il a été remanié par les cours d'eau.

XIV.

Rien ne prouve que l'époque quaternaire ait été de longue durée; le nom rationnel de cette partie de l'histoire de la terre [illegible]

Je me garderai bien, dans l'ouvrage qui va suivre, d'émettre une opinion sur la durée de l'époque quaternaire; rien, jusqu'ici, n'indique qu'elle comprenne une aussi longue série de siècles que les époques primaire, secondaire et tertiaire, dont il a été fait mention, pages XXVI et suivantes.

Nous ne voyons pas que, depuis la dernière convulsion des Alpes jusqu'à l'invasion des tourbes, il se soit accompli aucun de ces faits géologiques qui exigent un immense développement de temps; la faune des animaux terrestres s'est très peu modifiée entre ces deux époques. A la vérité nous ne savons rien de la faune marine correspondante; les travaux remarquables des géologues anglais (p. XXVII et LVII) s'arrêtent naturellement aux terrains émergés, c'est-à-dire au terrain pliocène supérieur, le crag de Norwich. Mais il y a tout lieu de croire, d'après les recherches de M. l'ingénieur Delesse, que les terrains en voie de formation au fond des mers, depuis la fin de l'époque pliocène jusqu'à nos jours, n'ont pas pris encore un grand développement.

Il est donc assez probable que la faune marine n'a pas subi de grands changements pendant la période froide qui comprend toute l'époque quaternaire.

La modification subite de la faune terrestre, et probablement de la faune marine, qui a eu lieu vers l'époque de l'invasion des tourbes, tient, non pas à une révolution géologique, mais à une révolution météorologique, ce

qui est bien différent. Si la cause principale de l'extension des glaciers est, comme le supposent MM. Rives et Favre, l'immense évaporation qui a été la conséquence de l'émersion de la plupart des grandes chaînes de montagnes, pendant l'époque pliocène, les temps quaternaires correspondraient à une simple anomalie météorologique, dont la durée n'a peut-être pas été très grande. On ne pourrait tirer cette conclusion de l'état stationnaire de l'homme dans la voie de la civilisation; car, sous un ciel aussi inclément, il ne pouvait se livrer à l'agriculture, et l'agriculture seule met la race humaine dans la situation de tranquillité et de sécurité qu'exige le développement de son intelligence. Tant que l'homme compte sur la capture d'une proie pour vivre, la chasse devient son unique préoccupation, et il reste à l'état de chasseur sauvage.

On ne pourrait tirer la conclusion contraire du grand développement de la faune des mammifères. Quoique les vertébrés à sang chaud pullulent moins vite que les oiseaux et surtout que les vertébrés à sang froid et les invertébrés, on sait cependant avec quelle rapidité leur nombre augmente lorsqu'ils sont à l'état sauvage, dans des pays peu peuplés comme sont ceux où l'homme vit du produit de la chasse. Nous en avons un exemple dans l'Amérique du Sud, où les animaux importés, il y a quelques siècles à peine, par les Européens, se sont rapidement multipliés. Il ne serait donc pas étonnant que les éléphants, les rhinocéros, les grands bœufs, les chevaux, les cerfs et les rennes, eussent pullulé de la même manière pendant l'âge de pierre, quand même cette période de l'existence de la terre n'aurait pas été de longue durée.

Les phénomènes géologiques qui se sont accomplis dans ces temps anciens sont eux-mêmes peu importants; ils se bornent à quelques oscillations d'une faible amplitude du sol de l'Europe septentrionale et au relèvement très lent des continents, que nous constatons encore de nos jours.

Il est donc difficile d'émettre une opinion sur la durée de l'époque quaternaire, et je crois que les calculs qu'on a faits sur ce point sont purement hypothétiques.

J'ai dit, au commencement de cette Introduction (page xxxvii), que le nom

d'*époque quaternaire* me paraissait impropre; si tous les géologues étaient d'accord sur la durée de l'extension des glaciers, s'ils reconnaissaient qu'elle a commencé avant l'époque du soulèvement des marnes subapennines et s'est terminée au moment de l'invasion des tourbes, le nom d'*époque glaciaire* conviendrait bien mieux. Je suis convaincu que tous les hommes de science se rangeront peu à peu à cette opinion. Il n'est pas logique d'assimiler aux grandes révolutions géologiques qui correspondent aux formations primaires, secondaires et tertiaires, la courte partie de l'histoire de la terre qu'on désigne aujourd'hui sous le nom d'*époque quaternaire*.

Mais ma position de monographe ne me permet pas de proposer le changement d'un nom que tout le monde admet. Cela est d'autant plus difficile qu'aujourd'hui beaucoup de géologues adoptent l'idée d'Adhémar sur l'influence de la précession des équinoxes, et reconnaissent plusieurs époques glaciaires qui se reproduiraient périodiquement tous les treize mille ans. Il faut donc attendre ce qui doit sortir de cette idée, avant de proposer un changement de nom, qui deviendrait alors tout à fait nécessaire.

Je terminais cette Introduction, lorsque, le 21 décembre 1868, M. Julien lut à l'Académie des sciences et à la Société géologique un mémoire sur les traces de l'époque glaciaire constatées par lui en Auvergne. Je présidais ce jour-là la Société géologique, et les échantillons de blocs erratiques, striés et à angles vifs, qui furent mis sous nos yeux, ne permirent à personne d'émettre un doute sur leur mode de transport. Le travail de M. Julien a fait ressortir une date très importante. Suivant lui, il y a eu deux époques glaciaires dans le plateau central, et l'une de ces époques est bien ancienne, car, au-dessus d'une des moraines qu'il a visitées, se trouvait un dépôt ossifère renfermant les restes de l'*éléphant méridional*. Cette première époque glaciaire serait donc antérieure au relèvement des marnes bleues subapennines, du crag de Norwich des Anglais, etc.

A la suite de cette communication, M. l'ingénieur Dausse demanda la parole, et rappela que, dans une séance précédente de la Société géologique, il avait donné des preuves de l'existence de deux époques glaciaires dans les Alpes. La première aurait laissé des blocs erratiques jusqu'à Lyon dans la vallée du Rhône, jusqu'à Turin dans celle du Pô. La seconde ne se serait pas

étendue à plus de cent ou cent vingt kilomètres des sommets des Alpes. Entre les relais de ces deux époques glaciaires, on trouverait des traces d'un passage extrêmement violent d'eaux diluviennes, qui auraient emporté la plus grande partie des moraines de la plus ancienne; les gros blocs, les blocs erratiques à angles vifs seraient seuls restés, tandis que les moraines de la plus récente seraient intactes.

M. Benoît prit ensuite la parole et exprima l'avis qu'une seule époque glaciaire avait eu lieu en Suisse.

Si l'opinion de M. Dausse, qui est également celle de deux géologues glacialistes très distingués, MM. Morlot et Martins, se confirme, il est bien probable que les deux époques glaciaires anciennes du plateau central et des Alpes sont contemporaines, et alors l'opinion de M. Élie de Beaumont sur la grande accumulation de neige et de glace qui existait sur les hautes montagnes, au moment de la dernière convulsion des Alpes, se trouverait complètement justifiée, et l'on comprendrait sans peine le phénomène diluvien qui aurait transporté l'alluvion ancienne au delà des grands lacs et raviné le bassin de la Seine avant l'arrivée de l'éléphant méridional.

Je résumerai en peu de mots cette Introduction. Si les découvertes de M. le commandant Laussedat, de MM. les abbés Bourgeois et Delaunay se confirment, l'homme habitait déjà la terre aux derniers temps de l'époque éocène; il a vécu pendant les époques miocène et pliocène, a été témoin des derniers soulèvements des Alpes, des Apennins, de l'Himalaya, etc., et, par conséquent, a été victime du déluge général qui a été la suite de ces convulsions.

Sa présence sur la terre après ces dernières révolutions ne peut plus être révoquée en doute : on a reconnu aujourd'hui des traces de son industrie dans toutes les parties du globe terrestre où des explorations suffisantes ont été faites, et notamment sur le rivage de la Méditerranée; il y vivait à l'état sauvage, n'ayant d'autres armes et d'autres ustensiles que des silex et des ossements grossièrement taillés. En même temps, l'Europe était habitée par une faune nombreuse de mammifères, aujourd'hui en grande partie éteinte, ou reléguée sous les zones torride et glaciale, et tous ces animaux, si étran-

gement réunis, ont brusquement disparu des régions tempérées à l'époque de l'invasion des tourbes.

Pendant le développement des glaciers, le nord de l'Europe et de l'Asie a éprouvé une oscillation, s'est abaissé au-dessous du niveau de la mer, a été envahi par les montagnes de glace tombées des glaciers de la Scandinavie, puis a repris son ancien niveau. Ce soulèvement lent paraît se continuer encore de nos jours.

Au moment de l'invasion des tourbes, de la fusion des grands glaciers, de la destruction des grands mammifères de l'âge de pierre, les restes des animaux domestiques commencent à se montrer dans les ruines des cités lacustres de la Suisse, dans les cavernes, dans la boue de nos rivières modernes. On y trouve aussi des tissus d'étoffes grossières, des amas de céréales, premiers indices de l'agriculture; les outils en pierre se polissent et sont eux-mêmes bientôt remplacés par des ustensiles en bronze; en un mot, la civilisation commence.

C'est la monographie de cette époque de l'histoire de la Seine, antérieure à l'époque des tourbes, qui fait l'objet de cet ouvrage.

LA SEINE

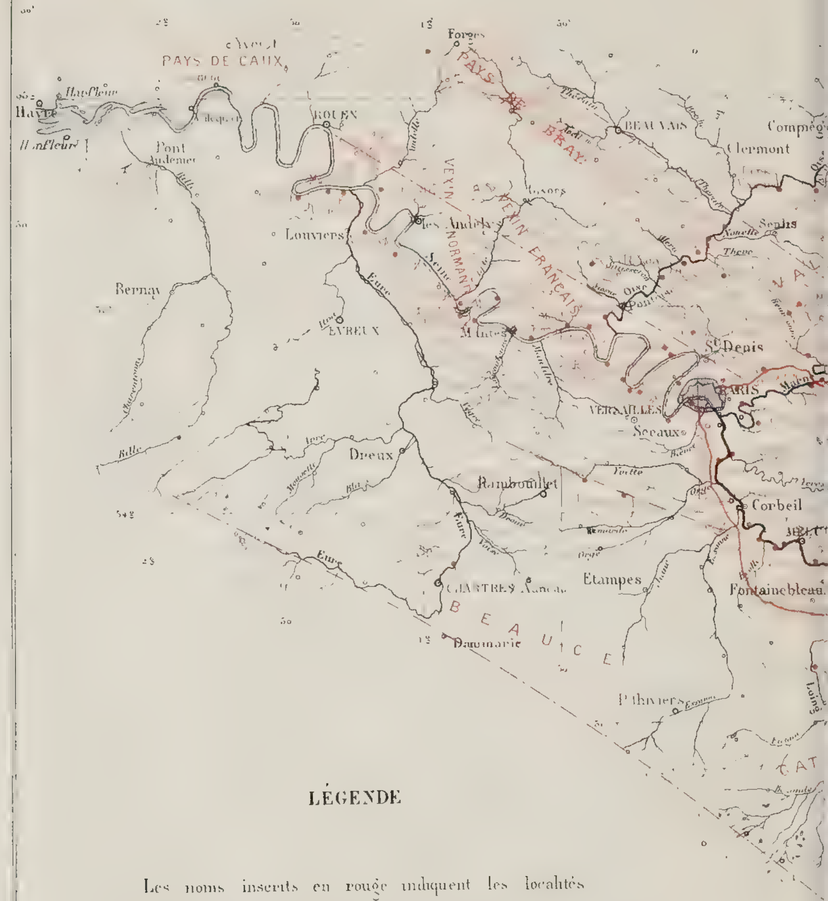
I

LE BASSIN PARISIEN

AUX ÂGES ANTÉHISTORIQUES

CARTE HYDROGRAPHIQUE GÉNÉRALE

DU BASSIN DE LA SEINE

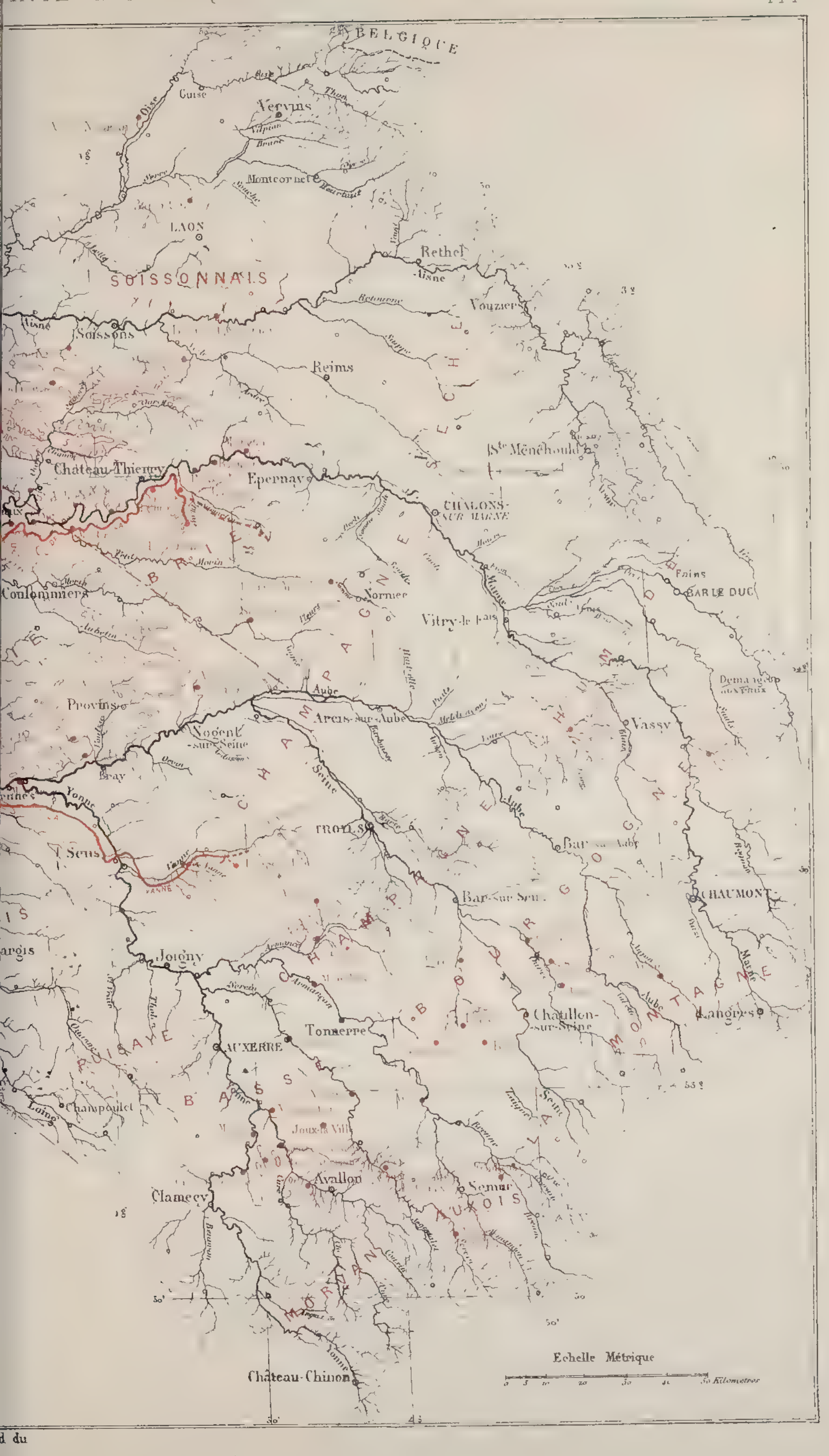


LÉGENDE

Les noms inscrits en rouge indiquent les localités dont il est fait mention dans cet ouvrage

Mamelon isolé de terrain tertiaire indiquant la direction des courants diluviens au dessus des plateaux

Série de Ravinements orientés suivant la même direction


BELGIQUE
Guise
Vervins
Montcornet
LAON
Rethel
Aisne
SOISSONNAIS
Soissons
Vouziers
Reims
Ste Ménéhould
Château-Thierry
Epernay
CHALONS-SUR-MARNE
BRIE
Coulommiers
Normée
BAR LE DUC
Provins
Nogent-sur-Seine
Arcis-sur-Aube
Vassy
Bray
CHAMPAGNE
TROYES
Sens
Bar-sur-Seine
CHAUMONT
Joigny
Langres
Tonnerre
Châtillon-sur-Seine
AUXERRE
PUISAYE
BASSE BOURGOGNE
MONTAGNE
Champoulet
Avallon
Semur
AUXOIS
Clamecy
MORVAN
Château-Chinon
Echelle Métrique
Kilomètres

d du

LA SEINE.

I.

LE BASSIN PARISIEN AUX ÂGES ANTÉHISTORIQUES.

PREMIÈRE PARTIE.

ÉPOQUE DILUVIENNE.

CHAPITRE PREMIER.

La surface du bassin de la Seine a été balayée par de grands courants d'eau. — Restes d'anciennes vallées. — Les sables de Fontainebleau, les calcaires de Beauce, et peut-être d'autres terrains plus modernes, couvraient autrefois une grande partie de ce bassin. — Régime des eaux dans ces temps anciens.

La surface du bassin de la Seine a été rasée par des courants diluviens. Restes d'anciennes vallées.

1. Pendant la longue suite de siècles qu'a exigée la formation des terrains sédimentaires du bassin de la Seine, l'orographie de ce bassin était entièrement différente de ce qu'elle est aujourd'hui.

Je me propose de démontrer, dans cette première partie, qu'en effet, entre l'époque miocène et l'origine de l'époque quaternaire, des courants diluviens ont rasé toutes les montagnes de ce bassin. C'est à ces courants que les plateaux du Gâtinais, de la Brie, de la Beauce, que les grandes dénudations de l'Auxois, de la Champagne, etc., doivent leur physionomie actuelle ; il n'est pas une de ces contrées où l'on ne trouve des témoins du terrain détruit. Il est visible partout que les derniers feuillets sédimentaires de la surface du sol ont été emportés par les eaux ; toutes les vallées, grandes et petites, ont été creusées ou du moins fortement modifiées par le même phénomène.

A peine trouve-t-on, à l'aval du Morvan, quelques traces des vallées qui existaient à la fin de l'époque tertiaire.

DIAGRAMME N° 1.

a, arènes, terrain de transport. — *m*, sablon tertiaire avec cailloux siliceux jaunes et blocs de grès durs. — *J'*, coral rag. — *J''*, couches minces de calcaire avec *Gryphæa dilatata* (Oxford clay). — *J'*, grande oolithe avec silex rubannés blanchâtres. — *J*, calcaire à entroques (oolithe inférieure). — *J*, lias supérieur.

Le diagramme ci-contre donne la coupe de deux de ces vallées, ABC, CDE, qui se trouvent entre l'Yonne et la Cure, à une assez grande hauteur au-dessus du thalweg de ces deux rivières.

Ce sont, comme on le voit, d'anciennes vallées, creusées dans les calcaires oolithiques, au milieu desquelles une mer tertiaire[1] a formé des dépôts argilo-sablonneux. Le terrain est entièrement différent des dépôts quaternaires de cette partie du bassin. Le sable, qui passe souvent à l'état de grès, est fin comme celui de Fontainebleau, et jamais grenu comme celui du terrain de transport; la bruyère, les fougères, le genêt, qui y croissent en abondance dans les parties incultes, ne se remarquent jamais sur les terrains oolithiques voisins.

Ce dépôt tertiaire prouve que ces vallées sont antéquaternaires; elles recevaient autrefois les eaux du Morvan, en se rapprochant beaucoup de la direction actuelle de la vallée de la Cure, mais à un niveau plus élevé.

On peut suivre, en effet (planche n° 1), les traces de ces sables depuis la montagne du Gros-Mont, entre Vézelay et Avallon, jusqu'au delà du village de Bois-d'Arcy, sur une vingtaine de kilomètres, en prolongement de la pointe du Morvan; ils occupent, en général, le fond des vallées, comme dans le diagramme ci-contre.

[1] Quelques géologues disent «une mer crétacée,» ce qui vieillirait encore bien plus ces vallées.

2. Ce terrain, qui, par son altitude, se relie d'une manière évidente aux sables des plateaux du Gâtinais, au nord d'Auxerre, paraît être du même âge que les sables de Fontainebleau. On en trouve d'autres traces dans la vallée de l'Yonne, à l'ouest du Morvan.

Les terrains sablonneux dits *sables de Fontainebleau* recouvraient autrefois la plus grande partie du bassin de la Seine.

Si, d'un autre côté, on veut bien remarquer que de longues bandes de grès de Fontainebleau s'élèvent encore, comme des témoins d'un terrain détruit, sur les plateaux lacustres du Valois, du Tardenois et de la Brie, on reconnaîtra facilement que les mers miocènes ont recouvert à peu près tout le bassin de la Seine de ces puissants dépôts sablonneux dont nous admirons les ruines pittoresques dans la forêt de Fontainebleau et dans les vallées de l'Orge et de l'Yvette.

Le Morvan et les parties élevées de la chaîne de la Côte-d'Or, ainsi que le bord des Ardennes, vers les sources de l'Oise, émergeaient seuls au-dessus de la mer qui déposait ces sédiments. Toute vallée préexistante devait donc se remplir de sable, comme celles dont je donne la coupe. Or on n'a, jusqu'ici, signalé les restes des sables de Fontainebleau que sur les plateaux, jamais au fond des vallées, qui, par conséquent, n'étaient point encore creusées à l'époque où ces sables se sont déposés.

A Paris même on voit encore des restes du sable de Fontainebleau, à Montmartre et à Belleville, aux points les plus élevés de ces deux collines. Dans la dernière de ces localités, ils forment le sommet d'un mamelon occupé par l'ancien cimetière de la commune, et où l'on a bâti récemment le réservoir dit *du Télégraphe;* on voit tout autour plusieurs carrières de sablon en exploitation.

Nous savons que ces sables étaient recouverts d'autres terrains; ainsi, entre Fontainebleau et Chartres, s'étend le grand plateau de la Beauce. La pente des coteaux des vallées principales est formée par le sable de Fontainebleau; ce dépôt est recouvert d'un calcaire lacustre renfermant de nombreuses coquilles d'eau douce, lymnées, planorbes, etc., analogues à celles qu'on trouve encore dans les marais. Ce calcaire s'étend sur tout le plateau, et donne à la Beauce un caractère bien connu d'aridité.

Dans d'autres localités s'étendent d'autres terrains lacustres, les meulières des plaines de Satory.

Quelle étendue ces terrains d'eau douce occupaient-ils dans le bassin de la Seine hors des limites de la Beauce? C'est ce qu'il est impossible de dire. Leurs derniers lambeaux se remarquent au sommet des collines de sable de la forêt de Fontainebleau. (Voir la planche n° 2.) Ils recouvraient peut-être la plus grande partie des sables dont nous voyons les restes sur les plateaux de la Brie.

Enfin, au-dessus de ces sables marins et de ces terrains lacustres qui constituent la base du terrain miocène, s'est-il formé d'autres dépôts? Les faluns de la Touraine et le dernier étage tertiaire, l'étage pliocène, existaient-ils? Sur ce point nous sommes dans une incertitude complète.

Les terrains marins pliocènes, que les Anglais désignent sous le nom de *crag* (*crag corallin, crag rouge et crag de Norwich*), manquent complètement dans le bassin de la Seine. Ont-ils été détruits par le grand phénomène que je vais décrire? C'est ce qu'on ne saurait dire.

Il n'est pas certain non plus qu'on y trouve l'équivalent du terrain plus récent que les Anglais nomment *forest bed*.

On ne remarque, dans l'étendue du bassin de la Seine, aucune trace des dépôts formés par des glaces flottantes, analogues à ceux de l'Angleterre et du nord de l'Allemagne. L'argile à bloc des Anglais (*boulder clay*) ne montre nulle part les épaves des roches de la Norwège, transportées par les montagnes de glace. M. Durocher en a signalé des débris dans la forêt de Fontainebleau et dans les Pyrénées (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 17 janvier 1842); mais je ne pense pas qu'aucun autre observateur ait confirmé cette découverte. On n'y voit non plus aucune trace d'anciennes moraines, quoique le haut Morvan, vers les sources de l'Yonne, s'élève à l'altitude de 900 mètres environ, et, par conséquent, à près de 500 mètres au-dessus du niveau des ramifications inférieures des anciens glaciers des Alpes.

Mais il n'y a rien d'étonnant à cela : les ramifications basses des glaciers descendent bien au-dessous de la région des neiges. Lorsque les glaciers déposaient leurs moraines terminales au pied du Jura et au sommet des plaines de la Lombardie, à l'altitude de 400 mètres, la région des neiges éternelles s'élevait certainement au-dessus de l'altitude de 900 mètres. Si donc les sommets des Alpes n'avaient pas dépassé cette dernière altitude, les grands glaciers n'auraient pas existé, et l'on ne trouverait pas plus d'anciennes moraines en Suisse et en Lombardie que dans les plaines de l'Auxois et de la Champagne.

Je ne veux pas dire cependant qu'il n'y ait point eu de blocs transportés par les glaces dans le bassin de la Seine; mais ces blocs provenaient toujours des roches du voisinage; ils ont été déplacés par de simples débâcles des cours d'eau.

Est-il possible d'indiquer d'une manière précise à quelles époques de l'histoire du bassin de la Seine se rattachent cette débâcle des glaces du pôle boréal qui a couvert une partie de l'Angleterre, de l'Allemagne et de la Russie, et les immenses glaciers qui rayonnaient à 2 ou 300 kilomètres du sommet des Alpes? Je le crois, mais je serai très réservé sur ce point : j'écris une monographie, et il faut éviter, dans un travail de ce genre, de s'aventurer sur le terrain dangereux des théories générales. Si l'on avait la monographie des bassins des grands fleuves de l'Europe, l'histoire de l'époque quaternaire ferait immédiatement un grand pas, car on trouverait facilement la relation qui existe entre tous les phénomènes qui ont donné à notre continent son relief actuel; mais ce travail ingrat et difficile n'est point encore fait. Je reviens à l'histoire de mon fleuve.

3. Nous pouvons nous faire une idée assez nette du régime des eaux dans ces temps anciens. Régime des eaux dans les temps anciens.

La surface du bassin de la Seine, si l'on fait abstraction du Morvan et de la petite partie de l'Ardenne qui s'élève au nord, était, d'après ce qui vient d'être dit, occupée par des terrains complètement arides et perméables. Au sud-est s'élevaient les calcaires oolithiques qui occupaient, comme aujourd'hui, la pente de la chaîne de la Côte-d'Or. Le sablon de Fontainebleau et le calcaire de la Beauce s'étendaient sur le reste.

Ces terrains étaient-ils émergés avant l'époque quaternaire? Étaient-ils encore sous l'eau? C'est ce que personne ne saurait dire : on ne connaît, en effet, aucun débris organique terrestre qui remonte à cette époque. Mais, si la première hypothèse est exacte, il est assez facile de se rendre compte de l'état ancien des lieux occupés aujourd'hui par le bassin de la Seine.

Lorsqu'on parcourt les plateaux couverts par le calcaire de Beauce et les sables de Fontainebleau, on est frappé de la rareté des cours d'eau; cette rareté est la conséquence de l'extrême perméabilité de ces terrains, qui absorbent les eaux pluviales sur place, au point même où elles tombent. Ces eaux pénètrent plus ou moins profondément jusqu'aux nappes souterraines et ressortent dans des sources énormes au fond des vallées les plus profondes; les vallées secondaires restent habituellement sèches, même après les plus grandes pluies.

Si, au contraire, on étudie les parties du bassin occupées par les granits du Morvan et les terrains de l'Ardenne, on voit que le sol est sillonné par un nombre vraiment prodigieux de cours d'eau, ce qui tient à ce que, ces terrains étant imperméables, les eaux ruissellent de tous côtés à la surface du sol, dès que la pluie tombe.

Il devait en être de même dans les temps anciens dont nous nous occupons. Le Morvan et l'Ardenne laissaient couler, comme aujourd'hui, les eaux pluviales à leur surface, et étaient, par conséquent, sillonnés par de nombreux ruisseaux. Le reste du bassin formait une immense plaine aride, ondulée comme la Beauce et couverte de vallées sèches peu profondes; de distance en distance un sillon plus creux était le récipient des eaux absorbées par la plaine; des sources nombreuses jaillissaient à peu de hauteur au-dessus des thalwegs des vallées principales et y entretenaient des marais, absolument comme nous en voyons encore dans les vallées de l'Essonne et de la Juine. L'humidité de ces marais faisait, comme aujourd'hui, un contraste frappant avec l'aridité des coteaux des vallées moins profondes et des plaines voisines. Les eaux, provenant presque toutes de sources, devaient être généralement limpides; les crues des rivières, par la même raison, étaient peu violentes.

Nous ne pouvons, au contraire, avoir aucune notion certaine sur la direction des vallées qui conduisaient ces eaux tranquilles à l'Océan, puisque le relief oro-

graphique et hydrographique, si différent de celui de l'époque actuelle, a été entièrement effacé par le phénomène diluvien que je décrirai plus loin.

Les rudiments de vallées dont j'ai donné la coupe sur le diagramme n° 1 recevaient certainement une partie des eaux du Morvan, qui coulaient alors à 70 mètres environ au-dessus du niveau actuel de l'Yonne et de la Cure. Il paraît assez probable que ces vallées se prolongeaient à l'ouest de l'emplacement de la ville d'Auxerre et sortaient du bassin de la Seine vers Montargis.

Les eaux du Morvan tombaient donc alors dans le bassin de la Loire.

Il paraît aussi très probable que les eaux des bassins occupés aujourd'hui par l'Oise et même la Marne tombaient dans l'Océan, au nord de l'emplacement actuel de la baie de Seine.

Nous savons encore qu'à l'époque miocène la température était très élevée en France et en Angleterre; que, dans ce dernier pays, beaucoup de plantes et des coquilles fluviatiles ou marines dont on trouve les débris dans les sédiments miocènes ne peuvent vivre aujourd'hui que dans les zones tropicales.

A l'époque que je vais décrire, au contraire, la température a été constamment basse.

Dans l'état actuel de la science, je ne saurais m'étendre plus longuement sur cette partie de l'histoire de notre fleuve, sans tomber dans des appréciations purement conjecturales. J'arrive donc au phénomène qui a modifié si complètement le relief de son bassin.

La plupart des géologues n'admettent pas une action violente; ils supposent que l'ancien état des lieux a été modifié par l'action lente des eaux pluviales et des cours d'eau. Mais ce système ne supporte pas un examen attentif.

On a la certitude que la plupart des terrains détruits au-dessus des plateaux renfermaient des roches dures qui ont dû résister à l'action des eaux et du temps. Par exemple, les sables de Fontainebleau étaient souvent couronnés par une table épaisse de grès dur, dont nous voyons les débris accumulés sur les pentes des collines de la forêt de Fontainebleau, sur les coteaux de l'Essonne, de la Juine, de l'Orge, de l'Yvette, et en bien d'autres lieux. Si le sablon avait été enlevé par les eaux pluviales grain à grain, pour ainsi dire, il est bien certain que les blocs de grès n'auraient pu être entraînés et seraient demeurés épars sur les plateaux. Or il n'en est pas resté trace. On peut notamment parcourir tout le plateau d'argile à meulières qui longe la rive gauche de la Seine entre Fontainebleau et Paris, au-dessus duquel s'étendait une couche de sable de 50 mètres d'épaisseur, sans y rencontrer un seul bloc de grès, si ce n'est sur les témoins de terrain miocène qui n'ont pas été emportés. Je ferai voir, ci-après, qu'il en a été de même dans toutes les grandes érosions.

Un autre fait est inexplicable avec les actions lentes. Les plateaux, lorsque leur pente est faible, et surtout lorsqu'ils sont d'une grande étendue, sont recouverts

d'une couche plus ou moins épaisse de limon rouge. Comment les eaux pluviales auraient-elles pu étendre ce manteau rouge, avec une pareille uniformité, sur des plateaux qui souvent ne sont dominés par aucune montagne?

Il faut donc admettre que le bassin de la Seine a été parcouru par des courants assez puissants pour déplacer et emporter, à de grandes distances, des blocs volumineux, et assez limoneux pour laisser derrière eux cette trace de boue que nous trouvons aujourd'hui sur nos plateaux.

Le relief actuel du bassin de la Seine se comprend très bien, si l'on suppose que l'emplacement de ce bassin a été balayé par une grande masse d'eau qui s'est déversée par-dessus la chaîne de la Côte-d'Or.

Ce phénomène a-t-il été unique? S'est-il renouvelé plusieurs fois? C'est ce que nous ne pouvons savoir, la dernière invasion des eaux ayant été si violente qu'elle a fait disparaître toutes les traces des premières, lesquelles sont pour nous comme non avenues, si réellement elles ont existé. Ajoutons que cela paraît peu probable; car, si le bassin de la Seine avait été submergé à plusieurs reprises depuis les derniers dépôts tertiaires, les érosions profondes qui auraient été la conséquence forcée de ces submersions auraient détourné les derniers courants dont nous trouvons les traces.

Si, par exemple, la grande dénudation de la Champagne, qui figure grossièrement un demi-cercle dont Paris est le centre, avait été creusée avant la dernière invasion des eaux, elle aurait donné une direction tout autre aux courants destructeurs, et, très probablement, la baie de Seine se trouverait bien au nord de son emplacement actuel.

Mais, néanmoins, nous n'avons qu'une idée si imparfaite de ces anciens phénomènes, que nous devons considérer comme de simples conjectures tout ce qu'on peut dire sur ce qui s'est passé entre les derniers dépôts de terrains tertiaires, dont nous voyons les restes sur les plateaux de la Beauce, et la dernière phase de destruction, que je vais chercher à décrire.

Je raisonnerai donc comme si le relief actuel du bassin de la Seine était entièrement dû à un déplacement d'eau unique, le seul dont nous trouvions des traces certaines dans la disposition topographique des lieux.

LA SEINE AUX ÂG



Grav. chez L. Wuhrer R. de l'Abbé de l'Epée 4

CARTE

DE LA FORÊT DE FONTAINEBLEAU

INDIQUANT

1º La direction Sud-Est, Nord-Ouest des lambeaux de Sables et calcaires miocènes de la Forêt et des sillons, diluviens qui les séparent.

2º Le tracé presque rectiligne de l'Aqueduc de la Vanne dans un de ces sillons.

3º Le mode de creusement des Vallées de Fontainebleau d'Arbonne et d'Ecolle dans une direction quelconque.

Nota *La topographie est indiquée par des lignes de niveau rouges espacées de 10m en 10m en altitude et par des lignes noires espacées de 40m en 40m*

Signes Conventionnels

Tracé de l'Aqueduc de la Vanne

Prairies

Cours d'eau

Boissise-le-Roi

MELUN

St Ambroise

Farcy

Dammarie

Villers-en-Bière

la Rochette

Fays

Chailly-en-Bière

Brolle

la Cave

Sermaize

Bois-le-Roi

Barbison

Courbuisson

Pts Barbeaux

Samois

Pt Samois

SEINE

Basses Loges

Changy

Bellevue

le Monceau

FONTAINEBLEAU

Avon

DE FONTAINEBLEAU

Thomery

By

Veneux Nadon

la Bosse

St Mammès

les Sablons

Recloses

MORET

Bourron

Marlotte

l'Enfer

Loing

Canal du Loing

Ecuelles

Imp. Becquet – Paris

CHAPITRE II.

Destruction des terrains miocènes. — Études dans la forêt de Fontainebleau. — Parallélisme et orientation des sillons qui traversent cette forêt. — Creusement des vallées dans toutes les directions. — Les gros blocs n'étaient point transportés à de grandes distances sur les plateaux; ils étaient jetés dans les vallées secondaires et de là dans les vallées principales.

Indications générales. Études dans la forêt de Fontainebleau

4. Il me paraît logique de commencer l'étude de ce grand phénomène de destruction en faisant voir comment les terrains miocènes, qui couvraient autrefois une si grande partie du bassin de la Seine, ont été emportés presque entièrement. A part quelques lambeaux épars çà et là sur les plateaux, comme des témoins de l'ancien état des lieux, les terrains miocènes n'ont été épargnés que sur une petite étendue, dans la partie ouest du bassin, principalement entre la vallée du Fusain, au nord de Montargis, et celle de l'Eure, vers Chartres. C'est la Beauce proprement dite, qui se termine au sud-est par le pittoresque massif de grès et de sable de la forêt de Fontainebleau.

Les plateaux de la Brie étaient autrefois entièrement recouverts par les sables de Fontainebleau, qui s'élevaient au-dessus des terrains à meulières. L'érosion s'est arrêtée à la rencontre de ce dernier terrain, qui a présenté une résistance plus grande que les sablons miocènes; mais, à l'aval de la vallée d'Orge, la couche de meulières de Brie devient rudimentaire, et elle disparaît entièrement dans les collines de Meudon et de Montmorency. Il en est de même sur la rive droite de la Marne, à partir de la vallée d'Ourcq.

Le courant destructeur n'a donc rencontré dans ces localités aucun terrain résistant au-dessous des sables de Fontainebleau, et l'érosion s'est étendue jusqu'au calcaire de Saint-Ouen et souvent plus bas; de là les grandes dénudations des plaines du Tardenois, du Valois, de Gonesse et de Saint-Denis.

Évidemment le courant diluvien tendait alors à creuser la vallée de la Seine suivant la coupure de Montmorency, et celle de la Marne dans la direction du grand sillon du pays de Bray.

Les lambeaux du terrain miocène et des terrains éocènes supérieurs, respectés par le courant, forment des bandes longues et étroites, toutes dirigées du sud-est au nord-ouest, ce qui semble indiquer que la direction du courant, pendant cette période du cataclysme, était celle de la pente générale du bassin de la Seine. Si, par la pensée, on supprime les vallées, les grandes érosions et les inégalités du sol,

on reconnaît qu'une masse d'eau s'épanchant par-dessus le faîte du bassin, entre Château-Chinon, Langres et Bar-le-Duc, suivrait encore cette direction.

Cette orientation sud-est nord-ouest des courants diluviens, on le comprend sans peine, n'existe pas rigoureusement dans toute l'étendue du bassin; vers la partie centrale, dans la forêt de Fontainebleau notamment, comme la pente générale de cette partie du bassin, elle se rapproche beaucoup de la direction est-ouest; puis, à partir d'une ligne tracée entre Corbeil et Meaux, les courants se redressent vers la direction sud-est nord-ouest, qu'ils conservent jusqu'à la mer. Mais, pour ne pas compliquer ce récit, nous admettrons que les courants ont été sensiblement parallèles, dans toute la traversée du bassin de la Seine, et qu'ils se sont dirigés du sud-est au nord-ouest.

Les plus remarquables des témoins des terrains anciennement détruits sont la longue bande de terrains miocènes qu'on trouve entre les vallées de la Seine et de l'Eure, depuis les plateaux de Satory, derrière Versailles, jusqu'à Louviers; les collines de Saint-Cloud, Luciennes, Saint-Germain, Poissy; celles d'Herblay, Montmorency, Dammartin, Villers-Cotterets, etc. On voit très bien, à l'inspection de la planche n° 1, qu'elles sont toutes dirigées du sud-est au nord-ouest. C'est entre ces îles longues et étroites que circulait l'énorme masse d'eau qui rasait les plateaux.

Le grand plateau du Valois, entre Villers-Cotterets et Dammartin, correspond exactement à la coupure du pays de Bray, par laquelle le courant destructeur poursuivait sa route. Les relations entre les altitudes ne sont pas moins évidentes : le faîte de partage du Valois, entre les sources de la Thérouanne, affluent de la Marne, et la Nonnette, affluent de l'Oise, est à peu près à l'altitude de 116 mètres; le col du pays de Bray, au point de partage entre les eaux de la Béthune, petite rivière qui tombe dans l'Océan à Dieppe, et celles de l'Epte, affluent de la Seine, est environ à la même altitude.

Les eaux diluviennes, avant le creusement de la vallée de la Marne, suivaient donc ce large chemin.

Il est bon de remarquer que la direction de la vallée de Bray, aussi bien que celle de la Béthune qui la relie à la mer, sont exactement parallèles aux lambeaux des terrains miocènes restés en place, c'est-à-dire qu'elle court du sud-est au nord-ouest.

Un second courant, qui passait entre Claye et Luzarche, n'était guère moins large, et le col, vers Moussy-le-Vieux, est à 113 mètres, altitude peu différente des altitudes qui sont indiquées plus haut.

Le courant qui creusait la vallée de Montmorency était à peu près parallèle aux deux autres; mais le seuil de cette coupure est plus bas; il ne paraît pas s'élever au-dessus de l'altitude de 69 mètres.

Les longues collines de Dammartin et de Montmorency séparaient ces trois immenses fleuves, qui se rejoignaient en bien des points. Leurs plus hautes altitudes

sont peu différentes de 200 mètres. Les meulières et les sables qui les couronnent dominent donc de 100 mètres environ les plateaux mis à nu.

Les eaux qui modelaient le bassin de l'Oise paraissent aussi avoir suivi un autre chemin. Il est probable qu'elles tombaient dans l'Océan par trois vallées, toutes dirigées du sud-est au nord-ouest, et dans lesquelles coulent aujourd'hui la Somme, l'Authie et la Canche. On trouve, en effet, sur les hauteurs qui séparent ces rivières de l'Oise, des seuils qui sont à très peu près aux altitudes de 100 et 110 mètres.

On remarque, entre l'Oise et l'Ourcq, près de Villers-Cotterets, un long lambeau de terrain miocène resté sur les plateaux et dirigé du sud-est au nord-ouest. Les eaux qui ravinaient le bassin de l'Oise, en amont de Compiègne, passaient toutes au nord de cet îlot, et, par conséquent, d'après la direction qu'elles suivaient, devaient tomber dans l'Océan au nord du pays de Bray.

Les grands courants qui rasaient le bassin de la Seine tombaient donc dans la Manche, à la fin du cataclysme, par cinq vallées différentes, et formaient cinq fleuves indépendants les uns des autres, tous dirigés du sud-est au nord-ouest, la Seine, la Béthune, la Somme, l'Authie et la Canche.

Ces premières indications semblent déjà prouver que la destruction des terrains miocènes est le résultat d'un cataclysme d'une grande violence, et, par conséquent, de très courte durée. On a vu que, dans ce phénomène de dénudation, il n'était resté à la surface des plateaux aucun débris des roches solides des terrains détruits, ce qui ne peut s'expliquer que par la violence extraordinaire du courant, qui emportait tout ce qu'il ébranlait.

La direction constante des courants et le parallélisme des lambeaux de terrains miocènes restés à la surface du sol en sont peut-être la preuve la plus décisive.

Lorsqu'un courant d'eau est faible, le moindre obstacle change sa direction; mais, à mesure que le volume d'eau et la vitesse augmentent, la résistance des objets rencontrés par le torrent est de moins en moins propre à le faire dévier. On conçoit difficilement un obstacle assez solide pour dévier pendant longtemps une masse d'eau de 40 à 50 mètres de hauteur, animée de la vitesse d'une locomotive, ou de 10 à 20 mètres par seconde. Or il serait facile de démontrer, par des calculs très simples, que la vitesse du courant diluvien était beaucoup plus grande encore.

C'est surtout entre les plateaux de la Beauce, où les terrains miocènes ont été en partie respectés, et les plateaux mis à nu qui longent la rive gauche de la Seine depuis Fontainebleau jusqu'à Paris, que ce phénomène de destruction peut être étudié utilement.

J'ai dû faire cette étude d'une manière complète en traçant l'aqueduc de la Vanne. (Planche n° 2.)

En arrivant à Moret, nous nous sommes trouvés dans un grand embarras, mes

collaborateurs et moi, pour continuer le tracé au travers de la forêt de Fontainebleau. Il fallait gagner le pied des coteaux miocènes qui s'étendent le long des plateaux d'argiles à meulières, entre Arbonne et la vallée d'Essonne. Le massif de sable qui s'élève derrière Fontainebleau paraissait un obstacle infranchissable.

Après de longs et infructueux tâtonnements, je fus frappé de ce fait, qu'Arbonne, point qu'il fallait atteindre, était précisément au nord-ouest de Moret. Dès qu'il en était ainsi, il devenait possible que les ravinements de la forêt fussent dirigés du sud-est au nord-ouest, comme les autres sillons des terrains miocènes, et que l'un d'eux pût nous conduire au point désiré.

Je fis calquer au Bureau de la Guerre la carte au $\frac{1}{40000}$, sur laquelle le relief du terrain est figuré par des courbes de niveau, et j'eus la satisfaction de constater qu'en effet la forêt était sillonnée par de profondes et étroites vallées, toutes dirigées, comme je l'avais prévu, du sud-est au nord-ouest, et que l'une d'elles nous ouvrait le passage si péniblement cherché.

Je pus établir mon tracé presque en ligne droite, sur une longueur de près de 24 kilomètres, entre Moret et un point pris entre Arbonne et Milly, où je trouvai le pied des coteaux miocènes.

Sur toute l'étendue de la planche n° 2, on trouve l'empreinte ineffaçable de l'action du courant diluvien et la preuve évidente qu'il était d'une violence inouïe. Les érosions forment toutes de longs sillons parallèles, mais non de véritables vallées ayant un thalweg dirigé dans le sens du courant. Au contraire, dans chaque sillon, la pente n'est pas continue; il y a des points hauts et des points bas, de sorte qu'un courant d'eau ordinaire ne pourrait s'y établir d'une extrémité à l'autre.

Ainsi, dans la direction suivie par notre tracé, indiqué par une ligne ponctuée, on trouve un premier point haut A aux rochers de Bouligny, puis un point bas B entre ces rochers et ceux de la Salamandre, en face de Fontainebleau; ensuite un seuil C, très élevé, entre les rochers de la Salamandre et ceux de Cornebiche; un point bas D, vis-à-vis d'Arbonne, et ainsi de suite. La différence de niveau entre ces points hauts et ces points bas s'élève jusqu'à 72 mètres; qu'on juge de ce qu'était le torrent dans le lit duquel les hauts-fonds et les bas-fonds présentaient des différences d'altitude de 72 mètres!

Les rochers de Montmorillon, de la Salamandre, de Cornebiche, de la Marinière, que longe notre tracé, et en général tous les amas de grès si pittoresques de la forêt de Fontainebleau, forment, comme on sait, de grands éboulis sur les pentes des collines de sable. Les tables de grès, dans beaucoup de localités, sont encore en place sur les sommets, et même, sur certains points, sont recouvertes elles-mêmes par le calcaire de Beauce.

Dans d'autres parties de la forêt, les grès manquent, et le calcaire de Beauce repose directement sur les sables. Quoique le torrent destructeur ait dû ouvrir sa route surtout dans ces dernières parties, qui sont moins résistantes, néanmoins

l'examen des lieux fait voir que beaucoup de sillons ont été creusés dans des massifs de sable couronnés de grès, et qu'ainsi les débris des tables de grès qui s'étendaient sur l'ancien plateau ont dû tomber au fond de l'eau; cependant on ne voit aucun bloc à la surface de ces vallées. Ces masses énormes de grès ont donc été détruites par le temps, ou enfouies dans le sable, ou emportées par le courant.

Il paraît peu probable qu'elles aient été détruites par le temps, puisque les blocs restés sur les pentes et sur les sommets des collines sont bien conservés. Sont-elles enfouies dans des éboulis de sable? Les tranchées de l'aqueduc que l'on construit en ce moment prouvent le contraire; partout elles font voir que, sous les éboulis de rocher, on ne trouve que le sable blanc en place, recouvert parfois par de minces dépôts de terrain de transport.

DIAGRAMME N° 2.

Terre de bruyere. — 0^m25
Terrains sablonneux rougeâtres. — 0^m25
Sable blanc et gravier formé de petits fragments de calcaire de Beauce non roulés. — 1^m10
Sable blanchâtre. — 2^m65

Le diagramme ci-contre donne, par exemple, la coupe de la tranchée ouverte en tête d'un long souterrain qui s'étend entre les rochers de la Salamandre et ceux de Cornebiche.

Si, dans cette coupe, on n'avait trouvé que du sable, on pourrait croire que les collines se sont dénudées par l'action des siècles et que le sable entraîné a rempli le fond des vallées. Mais le terrain de transport, disposé par zones, qu'on trouve à la surface, remonte évidemment au temps diluvien; il se compose, en général, de petits fragments non roulés de calcaire de Beauce et de sable fin. La masse est imprégnée d'un peu de limon rouge. Ce dépôt est tellement abondant au fond de tous les sillons de la forêt, que l'entrepreneur de l'aqueduc de la Vanne peut l'exploiter pour remplacer le sable de rivière, qui nous fait défaut. Le sable des collines n'a donc point été entraîné par-dessus, et il est certain que les blocs qui s'étendaient autrefois en table au-dessus de ces sillons n'ont pas été enterrés, au moins le long de notre tracé. La manière la plus plausible d'expliquer leur absence, c'est d'admettre qu'ils ont été emportés par la violence du courant.

Creusement des vallées secondaires de la banlieue de Fontainebleau

5. A la sortie de la forêt, ces longs sillons se prolongent jusqu'à la vallée de l'École. Là le courant a trouvé un obstacle qu'il n'a pas eu le temps de détruire : c'est la masse des grès et des sables restés en place entre les vallées de l'École et de l'Essonne; mais on voit, à la simple inspection de la planche, dans le relief du terrain, des traces non douteuses de la violence de ce courant. A chacun des sillons étroits qui traversent la forêt correspond, sur les rives de l'École, une grande anse ou cirque; c'est l'effet ordinaire produit par un obstacle opposé à

un courant d'eau violent : des tourbillonnements et des affouillements. Évidemment la vallée de l'École n'existait pas encore, où plutôt elle a été creusée en même temps que ces anses, et la masse d'eau énorme engagée dans chaque sillon tendait, en tourbillonnant, à les prolonger au delà de l'École. L'anse qui correspond au long sillon que suit notre tracé est la plus large de toutes : elle est désignée sur la carte par les lettres EGH, entre Moigny et le Puits-Pâtre, et l'on voit qu'il s'en est fallu de bien peu qu'en s'élargissant elle n'ait emporté la masse miocène qui sépare aujourd'hui l'École de l'Essonne. Ces fosses, qui correspondent à chaque sillon, ont fini par se réunir en s'élargissant, et ont ainsi modelé grossièrement le relief actuel de la vallée de l'École. Plus tard, quand le niveau de la masse d'eau diluvienne s'est abaissé à une faible hauteur au-dessus des plateaux, le courant s'est précipité avec violence vers la Seine, par ce chemin qui lui était ouvert, et a terminé l'ébauche de vallée commencée.

C'est ainsi que la vallée de l'École a été ouverte dans une direction presque perpendiculaire au courant diluvien. Chaque ride de terrain qui opposait un obstacle un peu plus résistant au torrent produisait des effets analogues, des tourbillonnements et des affouillements, et déterminait le creusement d'une vallée secondaire. On en voit plusieurs exemples dans la forêt; c'est ainsi que le seuil élevé C, qui s'étend jusqu'à Bois-le-Roi et sépare les roches de la Salamandre de celles de Cornebiche, a déterminé le creusement de la vallée au bord de laquelle est bâtie la ville de Fontainebleau. On trouve au point F un obstacle du même genre, qui a déterminé le ravinement de la petite vallée d'Arbonne à Saint-Germain-sur-École.

Ces exemples suffisent pour démontrer que les vallées ont pu et même dû se creuser suivant des directions complètement irrégulières, quoique le courant marchât régulièrement du sud-est au nord-ouest. Ils font voir également qu'elles se creusaient en même temps que les plateaux étaient mis à nu.

[illegible] étaient jetés [illegible] les vallées secondaires et de là dans [illegible] principales.

6. Les gros blocs n'étaient donc pas transportés à de grandes distances, et l'absence presque complète de fragments de grès miocènes sur les plateaux dénudés, fait si embarrassant dans les autres systèmes, s'explique tout naturellement par ce qui précède.

On voit très bien, à la simple inspection de la planche, que les blocs entraînés par le courant, en amont des trois vallées de l'École, d'Arbonne et de Fontainebleau, ne pouvaient pas aller plus loin que le fond même de chacune de ces vallées : emportés par l'énorme vitesse du courant qui creusait dans les collines de sable des sillons éphémères à très grandes pentes, ils tombaient dans les fosses qui se formaient en amont de chaque obstacle et y tourbillonnaient comme des grains de sable. C'est sans doute dans cette première partie de leur voyage qu'ils se réduisaient presque tous en poussière.

Puis, lorsque ces fosses, en se reliant les unes aux autres, ont formé une vallée, et lorsque le courant a suivi cette voie pour se précipiter vers la Seine, tous ces détritus ont été emportés et jetés dans le lit du fleuve. C'est, en effet, dans ce lit, et souvent à de très grandes distances des roches encore en place, qu'on trouve les blocs de grès de Fontainebleau et de meulière de Brie provenant des terrains détruits; ces blocs sont rares dans les vallées secondaires, excepté cependant à l'origine de ces vallées, lorsqu'elles se prolongent encore par l'action des torrents. Ces parties de vallées, relativement modernes, se distinguent facilement, comme on le verra plus loin, de celles qui sont d'origine diluvienne.

On peut résumer en peu de mots ce qui vient d'être dit sur les phénomènes observés dans la forêt :

Longs sillons creusés à travers les masses miocènes, presque en ligne droite, dans la direction sud-est nord-ouest;

A chaque ride de terrain plus résistant, vastes fosses creusées par les tourbillonnements du courant, et ouverture de vallées secondaires dans des directions quelconques par la jonction de ces fosses;

Projection des blocs de grès, d'abord dans les fosses, puis dans les vallées principales;

Vallées secondaires presque entièrement vidées.

Nous retrouvons des faits du même genre, et qui ont dû se produire selon les mêmes conditions, dans les autres grandes érosions du bassin de la Seine. Sur les plateaux liasiques de l'Auxois, du calcaire kellowien du Châtillonnais, de la craie blanche de Champagne, comme sur les plateaux d'argiles à meulières de Brie, on ne trouve pas plus de restes des roches dures qui les recouvraient autrefois que dans les vallées secondaires qui les sillonnent. C'est seulement dans les vallées principales, et souvent à de très grandes distances du point de départ, que les débris se sont accumulés.

Il paraît donc certain que, sous l'influence du courant diluvien, il se creusait dans le sable un très grand nombre de ces thalwegs éphémères, qui conduisaient les blocs jusqu'aux vallées secondaires ou principales, alors en voie de creusement; on en trouve un autre spécimen, non moins curieux, sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne, entre l'Essonne et l'Orge, par conséquent assez loin de la forêt de Fontainebleau. (Planche n° 1.)

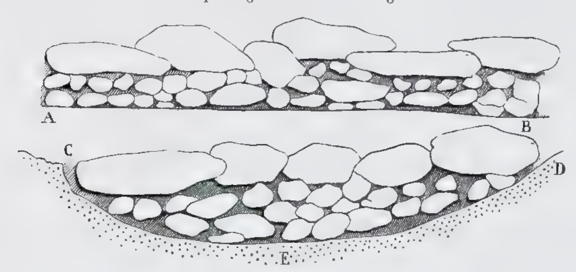
Le village de Courcouronne est bâti sur un amas de sable de Fontainebleau, resté, comme un témoin, au-dessus des plateaux d'argiles à meulières. On exploite sur cette espèce de mamelon une carrière de sable fin, recouverte par un terrain de transport d'une singulière nature.

Des blocs volumineux de grès reposent sur des fragments beaucoup plus petits, et roulés, de la même roche. Cet amas de petits blocs est imprégné de limon rouge; il est disposé sur un plan incliné AB, qui traverse la carrière du sud-est au nord-

ouest. La coupe transversale figure grossièrement une sorte de lit, CED, creusé dans le sable. L'ensemble du dépôt doit être à une vingtaine de mètres au-dessus de la plaine voisine, à l'altitude de 100 mètres environ.

DIAGRAMME n° 3.

Coupe longitudinale du thalweg.



Coupe transversale.

C'est évidemment un reste de ces sillons éphémères que j'ai décrits ci-dessus, encore rempli des blocs de grès que le courant conduisait à la vallée la plus voisine.

On trouve cinq ou six autres témoins du terrain miocène au-dessus du plateau à meulières qui s'étend entre l'Essonne et l'Orge; mais il serait difficile de trouver un seul bloc de grès sur le reste de ce plateau : tout a donc été jeté dans l'Orge par ces glissières de sable, et de là dans la Seine. La vallée d'Orge est elle-même entièrement purgée de blocs de grès.

On ne doit pas trop s'effrayer du transport des blocs de grès. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'ils perdent plus du tiers de leur poids dans l'eau, et sont plus faciles à déplacer que sur la terre, surtout lorsque le sol est facilement affouissable. Aussi, sous des actions qui certainement ne sont pas comparables à celles d'un déplacement d'eau diluvien, on voit des blocs considérables transportés à d'assez grandes distances (24).

L'étude des sillons de la forêt de Fontainebleau fait voir que la pente des plans inclinés sur lesquels glissaient les blocs était considérable. Voici, par exemple, les différences d'altitude des seuils et des points bas du sillon qui suit l'aqueduc de la Vanne : entre le seuil de Bouligny et le point bas correspondant à la route nationale de Paris à Antibes, $36^{m},29$; entre le seuil de la Salamandre et le point bas correspondant à la vallée d'Arbonne, $71^{m},91$; entre le seuil de Coquibes et le fond de la vallée de l'École, $72^{m},68$. Le déplacement des blocs sur des plans inclinés aussi rapides et sur un fond aussi mobile se comprend sans aucune difficulté.

CHAPITRE III.

Creusement des vallées dans une orientation quelconque ; — dans les terrains mous ; — dans les terrains durs, granitiques et jurassiques. — La disposition des tournants est la même que dans les cours d'eau ordinaires. — Arène, terrain de transport diluvien déposé sur la pente des coteaux convexes. — Violence des courants dans les vallées de la Brie, notamment sur le tracé de l'aqueduc de la Dhuis.

7. Quoique beaucoup de vallées du bassin de la Seine soient généralement orientées du sud-est au nord-ouest, cette direction n'est plus assez nettement indiquée pour qu'on puisse en conclure qu'elles ont été creusées par les courants diluviens. Dans les terrains qui manquent d'homogénéité, les roches dures ont souvent fait dévier l'agent destructeur. Ainsi les vallées des terrains jurassiques, qui sont assez régulièrement orientées du sud-est au nord-ouest, sont fortement contournées quand elles rencontrent des roches plus dures, comme la grande oolithe, le coral-rag, etc.; telles sont la vallée de l'Yonne entre Châtel-Censoir et Mailly-la-Ville, la vallée de la Cure près des grottes d'Arcy, la vallée de la Seine à Châtillon, celle de l'Ource en amont de Brion, etc.

Le mode de creusement de la vallée de l'École s'est appliqué à toutes les vallées du bassin de la Seine dont l'orientation n'est pas la même que celle du courant diluvien.

L'action lente des cours d'eau aurait produit des effets analogues. Mais l'absence des blocs sur les plateaux mis à nu et dans les petites vallées, et leur présence dans les vallées principales, prouvent que ces vallées, grandes et petites, ont été creusées par la masse d'eau qui rasait les plateaux.

En voici une autre preuve qui ne me paraît pas moins forte.

Lorsque ces vallées sont orientées sensiblement du sud-est au nord-ouest, le relief des coteaux qui les borde ne présente rien d'extraordinaire; mais, si le sillon est dévié par un obstacle quelconque, on voit en même temps apparaître ces grandes fosses, ces cirques que j'ai décrits dans la vallée de l'École (5 et 6).

Ainsi la vallée de la Seine, après avoir traversé la Champagne presque en ligne droite, du sud-est au nord-ouest, tendait à se prolonger suivant le sillon où coule le Grand-Morin; puis par la vallée du Petit-Morin; puis au delà de la Marne, par la vallée de la Thérouanne; puis, enfin, par le pays de Bray. Ce sillon se voit de la manière la plus nette sur la planche n° 1 : l'obstacle opposé par le plateau de la Brie a détourné le courant vers Montereau, presque perpendiculairement à sa première direction; de là des tourbillonnements et de nombreuses fosses ana-

logues à celles de la vallée de l'Écolle, creusées dans la falaise de la Brie, notamment l'énorme érosion qu'on remarque au-dessus des Ormes, au débouché de la petite rivière de Voulzie.

Les cirques de Sézanne, de Villenauxe-la-Grande, de Nogent, de Vimpelles, ont complété l'ébauche de la vallée de la Seine, qui, à partir de Montereau, ne s'écarte plus autant de la direction générale sud-est nord-ouest.

Des faits du même genre se remarquent dans la vallée de la Marne. Elle traverse la craie de la Champagne, d'abord presque en ligne droite, du sud-est au nord-ouest, et tendait à se prolonger dans la même direction jusqu'à Soissons, par la vallée d'Ardre; mais un premier obstacle, la montagne de Reims, fait dévier le courant; de là le creusement du grand cirque d'Avise, Cramant, Épernay, Avend, Tauxières, et cet admirable coteau du vignoble de la Champagne.

D'Épernay à Mareuil, direction presque rectiligne et orientation se rapprochant fortement vers est-ouest, comme cela a lieu dans toute la partie moyenne du bassin, les deux coteaux qui bordent la vallée sont presque parallèles. Mais, à partir de Mareuil, les roches tertiaires deviennent plus fermes, la vallée s'oriente d'une manière tout irrégulière, et se compose d'une série de cirques et de tournants qui se touchent. Les plus remarquables sont ceux qui ont été creusés aux confluents des deux Morins, et entre Lagny et Paris (10, tracé de l'aqueduc de la Dhuis).

C'est surtout dans le bassin de l'Oise que le creusement des vallées est très remarquable.

L'Aisne, depuis Soissons, se dirige dans une direction très sensiblement parallèle à celle des grands courants; aussi sa vallée est-elle presque rectiligne.

L'Oise, au contraire, coule dans une direction presque perpendiculaire à l'orientation de ces courants; sa vallée est donc des plus sinueuses, et se compose d'une série de tournants, de cirques et de fosses qui se touchent, pour ainsi dire. Telles sont les fosses de Venette, dans le prolongement de la vallée de l'Aisne, des marais de Verberie, dans le prolongement de la vallée de l'Autonne, de Villers-Saint-Paul, de Montataire et de Précy-sur-Oise.

Le courant diluvien, en creusant ces quatre dernières fosses, rasait en même temps, entre la Marne et l'Oise, les plateaux du Valois, et creusait, entre l'Oise et la mer, le large sillon du pays de Bray et de la vallée de Béthune.

De même ce courant, en rasant les plateaux de la France, de la plaine Saint-Denis et du Vexin français, a creusé, en passant, la vallée de l'Oise, suivant une orientation presque perpendiculaire à sa direction, en tourbillonnant dans les fosses de Beaumont, l'Isle-Adam, Pontoise et Vauréal, par suite de l'obstacle que lui opposait le calcaire grossier.

Nous verrons plus loin quelle a été la conséquence de cette disposition contournée de la vallée de l'Oise, au point de vue de la paléontologie.

On voit déjà que les vallées, dans leurs dispositions d'ensemble, portent l'empreinte de l'action violente des eaux diluviennes, car il est impossible de se rendre compte de ces dispositions si l'on admettait l'action lente des cours d'eau.

Mais cette action violente devient bien plus évidente encore, si l'on suit les vallées pas à pas, en cherchant à se rendre compte de la manière dont elles ont été creusées. C'est ce qui va ressortir nettement de l'étude suivante.

Creusement des vallées dans les terrains mous.

8. Si les vallées ont été creusées rapidement par le courant diluvien, qui les remplissait entièrement et même débordait sur les plateaux, il est évident que leur profil se modifiait considérablement suivant le degré de résistance du sol : elles doivent être relativement très étroites dans les terrains durs, et très larges dans les terrains mous.

Ainsi, en Bourgogne, les vallées, étroites dans la traversée des calcaires durs de l'étage bathonien, s'élargissent brusquement dans la traversée des calcaires marneux de l'oxfordien, pour se resserrer de nouveau quand elles s'engagent dans les terrains plus fermes du coralien et du portlandien; puis, arrivées en Champagne, elles reprennent une expansion plus grande encore dans les terrains argilo-sableux de la craie inférieure.

Examinons-les d'une manière plus spéciale dans la traversée de ces derniers terrains.

Les vallées étroites et étranglées de l'oolithe supérieure devaient former de véritables barrages qui s'opposaient au passage du courant diluvien, et, depuis, elles sont devenues des barrages politiques, ainsi que le prouvent les noms des villes de Bar-sur-Seine, Bar-sur-Aube et Bar-sur-Ornain (ou Bar-le-Duc), qui y sont construites.

Les vallées, resserrées dans ces trois localités entre de hautes falaises calcaires, ont à peine 1 kilomètre de largeur. Mais, dès qu'elles atteignent les terrains mous de la craie inférieure, elles prennent un épanouissement extraordinaire. Suivant M. Leymerie, la grève de la Seine s'étend sur 16 kilomètres de largeur dans la plaine de Vaudes, un peu en aval de Bar-sur-Seine; la plage de grève de la vallée de l'Aube, à Brienne, au-dessous de Bar-sur-Aube, n'a pas moins de 12 kilomètres, et celle de la vallée de la Marne est plus grande encore, puisque, aux confluents des six rivières qui se réunissent en amont de Vitry-le-François, s'ouvre la vaste plaine du Perthois, qui n'a guère moins de 30 kilomètres de longueur et de largeur.

Il est absolument impossible d'expliquer cette énorme largeur des vallées, en admettant que le creusement s'est fait par les cours d'eau, c'est-à-dire par des actions lentes.

L'existence de ces fosses paraît donc une preuve certaine de la violence du courant qui creusait les vallées dans les terrains mous.

Creusement des vallées dans les terrains durs.

9. L'empreinte du courant diluvien est encore plus visible, si je puis m'exprimer ainsi, dans les terrains plus résistants.

Si l'on excepte celles du haut Morvan, qui ne paraissent pas avoir été creusées par érosion, les vallées du bassin de la Seine ressemblent à des lits d'immenses fleuves, qui se seraient desséchés depuis peu d'années. Comme dans les lits des cours d'eau ordinaires, le coteau concave des tournants, exposé directement à l'action du courant, est toujours coupé en pentes rapides. Au contraire, les talus des coteaux convexes, à l'aval du sommet de la courbe, s'étendent en pente douce, et sont souvent recouvertes par des dépôts de matières solides qui flottaient alors dans l'eau.

Cette disposition des coteaux se remarque dans tous les terrains durs; je me bornerai à citer quelques exemples.

Terrains granitiques et jurassiques. [illegible]

Terrains granitiques. A Avallon, la vallée du Cousin est barrée presque complètement par deux caps granitiques, situés, l'un entre Cousin-le-Pont et Cousin-la-Roche, et l'autre entre Cousin-la-Roche et Cousin-sous-Roche. Ces deux caps dessinent d'abord la concavité d'un premier tournant, puis la convexité d'une seconde courbe; du côté d'amont, ils sont coupés en pente très raide et déchirés de la manière la plus pittoresque par des roches saillantes; du côté opposé, la pente est assez douce pour qu'on ait pu y établir des cultures de toute sorte, des jardins, des vignes et jusqu'à des prairies.

Terrains liasiques. La grande dénudation de l'Auxois, dont il sera question ci-après, se termine du côté d'aval par des coteaux à pentes rapides; on reconnaît, à la simple inspection des lieux, que c'est contre ces coteaux qu'est venue se briser la violence des courants.

Le calcaire à gryphées cymbium a formé une première ligne de résistance, et termine en forme de palier l'étage du lias moyen; au-dessus s'élève le lias supérieur, couronné par le calcaire à entroques, dont les roches dures, taillées à pic, figurent de loin des ruines de vieilles murailles.

Calcaires oolithiques. Mais c'est surtout dans la traversée des terrains oolithiques que l'action diluvienne s'est imprimée d'une manière pour ainsi dire ineffaçable.

La figure suivante donne la coupe d'un des contreforts de la vallée de la Cure, près des grottes d'Arcy, sous lequel passe la route nationale n° 6. J'ai relevé cette coupe en perçant le tunnel.

Les roches de Saint-Moré, du côté d'amont, forment la concavité d'un tournant de la vallée, puis la convexité d'une seconde courbe; c'est dans ce second tournant et sur la rive opposée que s'ouvrent les grottes d'Arcy.

Les fossiles et les indications stratigraphiques de la coupe font voir nettement qu'elle comprend les assises supérieures de la grande oolithe et les couches inférieures de l'oxford clay.

Supposons la vallée pleine d'eau douée d'une grande vitesse. Il est clair que le côté d'amont, la concavité du premier tournant, sera exposé à toute la violence du courant; en effet, il présente un escarpement presque vertical. Le côté opposé, situé à l'aval de la convexité du deuxième tournant, sera, au contraire, dans des eaux relativement tranquilles; la figure fait voir qu'il est disposé en pente douce et couvert d'arène calcaire non roulée.

Ces dépôts diluviens des terrains jurassiques méritent une attention toute spéciale; ils se retrouvent, non pas au fond des vallées ou sur les plateaux, comme les terrains de transport ordinaires, mais sur toutes les pentes douces dont il a été question ci-dessus, dans les anses, au débouché des vallées, secondaires, partout, en un mot, où les courants diluviens perdaient de leur violence. Leur nature est toute spéciale : ils se composent, en général, de débris des roches du voisinage, réduits en petits fragments, mais qui ne sont ni polis ni roulés. C'est le caractère essentiel de ces dépôts, et qui les fait distinguer de tous les autres. Les paysans eux-mêmes leur donnent des noms particuliers; en Bourgogne ils sont connus sous les noms d'*arène* ou de *trasse :* on ne les confond jamais avec la *grève*, terrain de transport du fond des vallées, composé de fragments calcaires, polis et aux angles émoussés, ni avec les graviers granitiques, roulés et polis, qu'on trouve à l'aval du Morvan. Cette disposition est très remarquable au tunnel de Saint-Moré;

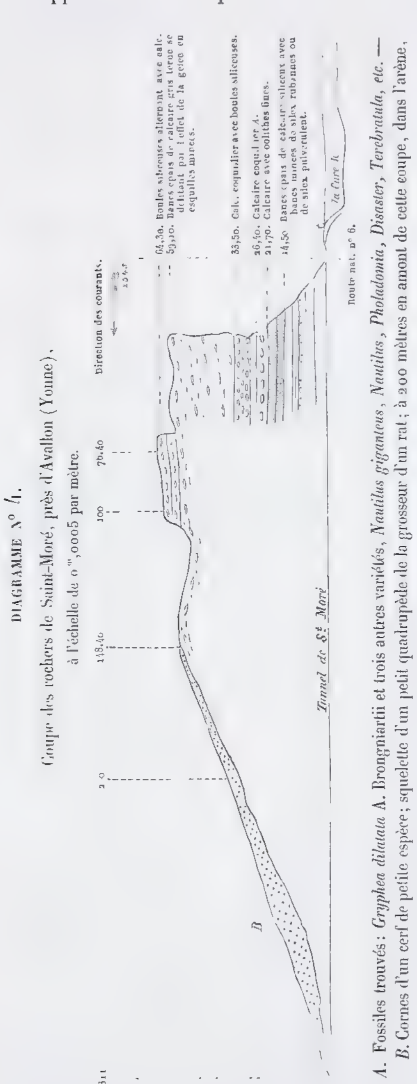


DIAGRAMME N° 4.

Coupe des rochers de Saint-Moré, près d'Avallon (Yonne), à l'échelle de 0m,0005 par mètre.

A. Fossiles trouvés : *Gryphea dilatata* A. Brongniartii et trois autres variétés, *Nautilus giganteus*, *Nautilus*, *Pholadomia*, *Disaster*, *Terebratula*, *etc.* — *B.* Cornes d'un cerf de petite espèce; squelette d'un petit quadrupède de la grosseur d'un rat; à 200 mètres en amont de cette coupe, dans l'arène, humérus d'éléphant. Tous ces ossements étaient très bien conservés.

on voit fort bien, sur la coupe, le dépôt d'arène qui s'est formé sur le revers du promontoire. Je ne crois pas qu'il soit possible de trouver un seul fragment de roche granitique dans cette masse de débris calcaires; on n'y trouve pas non plus un seul morceau de grève.

Sur la rive opposée de la Cure, la route traverse un autre dépôt de terrain de transport entièrement composé de débris granitiques polis et roulés, sans aucun mélange de grève ni d'arène; à quelques pas de là, on trouve la grève aussi nettement séparée de l'arène.

L'arène se distingue donc des autres dépôts diluviens, en place ou remaniés, en ce qu'elle n'a été ni polie ni roulée.

M. Leymerie a signalé le premier l'existence de ces dépôts diluviens; voici ce qu'il en dit dans la *Statistique géologique de l'Aube* (1).

« *Érène* (2) ou *trasse.* C'est encore à cette époque (époque diluvienne) que se « sont formés d'assez singuliers dépôts appliqués en masses épaisses, jusqu'à une « assez grande hauteur, sur le flanc de certaines vallées jurassiques, et qui sont « désignés par les noms d'*érène* (Riceys) ou de *trasse* (Essoyes). Ce sont de petits « fragments anguleux, ayant un volume presque uniforme, de calcaire jurassique, « en général compactes, qui sont disséminés dans un limon argileux rouge, ou « réunis presque sans ciment, de manière à former soit des masses incohérentes, « soit des magmas solides, dont on peut se faire une idée assez juste en les com- « parant à un *nougat.*

« . . . . . Ces masses présentent fréquemment une stratification grossière . . . . « c'est là un caractère essentiel, qui, joint à la forme anguleuse des fragments . . . . « ne permet pas de confondre ces dépôts avec les grèves diluviennes . . . .; il est « fort remarquable que le dépôt occupe presque constamment . . . le flanc occi- « dental des vallées. »

M. Leymerie a très bien vu ces dépôts, et il n'y a rien à ajouter à la description qu'il en fait, si ce n'est que l'orientation n'est pas toujours la même.

Le département de l'Aube s'étend, vers le sud-est, sur les dernières ramifications jurassiques, qui ne se composent que de roches peu dures. Si M. Leymerie, avait vu l'arène dans toute l'étendue de la Bourgogne, il aurait reconnu que, dans les roches plus résistantes, elle est assez dépouillée de limon pour que le chemin de fer de Lyon y ait pris une partie de son ballast (gravelière d'Aisy-sur-Armançon); elle forme d'ailleurs des dépôts sur le flanc des coteaux à toutes les orientations, comme je vais le démontrer.

(1) Dans la *Statistique géologique du département de l'Aube*, l'arène est classée parmi les terrains diluviens. Dans celle de l'Yonne, MM. Leymerie et Raulin la rangent parmi les terrains détritiques, ce qui me paraît inadmissible.

(2) MM. Leymerie et Raulin, trompés par la prononciation vicieuse de la basse Bourgogne, ont écrit *érène* pour *arène*. On dit aussi en basse Bourgogne *vèche* pour *vache*, *minger* ou même *miger* pour *manger*, etc.

En réalité, l'arène s'est déposée sur tous les flancs des vallées qui n'étaient point battus avec violence par les courants diluviens; j'ai cherché à figurer, dans les diagrammes ci-dessous, les principaux cas qui peuvent se présenter.

DIAGRAMME N° 5.



1° *Cas le plus habituel.* Tournant d'une vallée; le sommet du tournant et le côté d'aval du coteau convexe s'abaissant en pente douce recouverte d'arène.

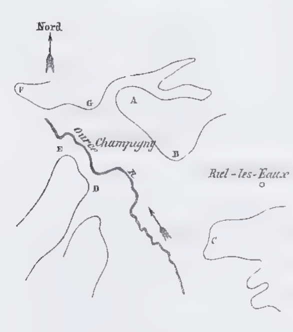
Exemple. Roche de Saint-Moré près des grottes d'Arcy[1]. (Voir plus haut la figure 4.)

2° *Cas presque aussi fréquent.* Anse formée dans le flanc d'une vallée; tout le pourtour de l'anse est tapissé d'arène.

Exemple. La figure ci-contre, extraite de la carte du bureau de la guerre, fait voir l'anse A B C de Grancey-sur-Ource. Cette anse est remplie d'arène. Le cap C D, au contraire, exposé au courant, n'en présente pas trace. La plus grande partie de l'arène regarde le sud-est et non l'occident.

3° *Cas très fréquent encore.* Dans les vallées larges et bien ouvertes, l'arène s'est déposée sur les coteaux, au débouché de toutes les vallées secondaires.

DIAGRAMME N° 6.



Exemple. Vallée d'Ource, commune de Riel-les-Eaux. On trouve la *trasse* ou *terre à bâtir*, nom qu'on donne à l'arène dans cette localité, au sommet des tournants formés par les débouchés des vallées secondaires, notamment aux points A, B, C, D, E; il n'y en a pas sur la *Côte-Serot* F G, exposée à toute la violence du courant. On voit que ces dépôts d'arène se sont formés à toutes les orientations.

Beaucoup d'autres dispositions des vallées déterminaient des dépôts d'arène. Tout obstacle qui dirigeait le courant sur une certaine partie des coteaux déterminait un dépôt d'arène sur le côté opposé.

Il n'est donc pas possible d'admettre que les dépôts se soient formés à une orientation déterminée; les faits et le raisonnement détruisent cette hypothèse.

On peut dire, en général, que l'arène s'est déposée dans les anses et sur le coteau convexe des tournants des vallées, au sommet et un peu à l'aval du sommet de la convexité.

[1] Le tunnel de Saint-Moré est très voisin des grottes d'Arcy et des Fées, dans lesquelles M. le marquis de Vibraye a trouvé de si nombreux ossements, et notamment des débris humains.

Cette disposition ne permet pas de confondre l'arène avec les terrains détritiques entraînés sur les pentes par les eaux pluviales ; ce n'est jamais sur le coteau convexe des tournants que les eaux pluviales qui descendent des montagnes ont tendance à entraîner les terrains meubles.

L'arène est le produit d'un phénomène de courte durée, puisqu'elle est fragmentée et non roulée.

On vient de voir que les roches des terrains crétacés sont trop peu résistantes pour avoir conservé l'empreinte de la violence du courant, mais qu'on y trouve d'autres preuves de cette violence.

J'ai constaté la présence d'un terrain de transport analogue à l'arène des terrains jurassiques au pied et sur la pente des coteaux crétacés de la vallée de la Vanne.

Ces dépôts, composés de débris de craie blanche fragmentés et non roulés, se sont formés dans les mêmes conditions que les dépôts d'arène jurassique, c'est-à-dire dans les anses et sur la convexité des tournants. Je citerai notamment une sablière de ce genre, exploitée dans une anse, près de Rigny-le-Ferron ; l'aqueduc de la Vanne coupe un dépôt semblable près des sources d'Armentières. J'ai encore trouvé une grande sablière d'arène crétacée à l'origine de la vallée du Petit-Morin, près de Pierre-Morins. Mais, en général, on peut dire que ces dépôts sont assez rares.

[illegible] Action des courants dans les vallées des terrains tertiaires, [illegible] la vallée de la Marne sur le tracé [illegible] aqueduc de la Dhuis.

10. Dès que les vallées se resserrent entre les plateaux de la Brie, les caps en pente rapide du côté d'amont, les coteaux dénudés dans les étranglements, les dépôts et les éboulis dans les anses, au sommet et à l'aval de la convexité des tournants, se montrent de nouveau comme dans les terrains jurassiques.

J'ai pu étudier les dispositions topographiques dans d'excellentes conditions, en construisant l'aqueduc de la Dhuis. Cet aqueduc longe la vallée de la Marne, sur une grande longueur, dans la partie moyenne et supérieure des coteaux.

Son point de départ est au fond de la vallée de la petite rivière qui porte le nom de Dhuis, à l'altitude de 128 mètres [1]. Après avoir longé, à flanc de coteau, cette vallée et celle du Surmelin, il débouche dans la vallée de la Marne à 50 mètres environ au-dessus de cette rivière, à peu près à mi-hauteur, entre le plateau de la Brie et le thalweg. Sa pente est beaucoup plus petite que celle de la rivière, il atteint, avant d'arriver à Paris, le sommet des plateaux, sur lesquels il se maintient depuis Clichy-en-l'Aulnoy jusqu'aux fortifications. Il se termine au réservoir de Ménilmontant, à l'altitude de 108 mètres. Le tracé suit donc la vallée de la Marne depuis la région moyenne des coteaux jusqu'aux plateaux, et permet d'étudier l'action diluvienne dans tout son ensemble.

[1] Cette rivière coule dans le canton de Condé, département de l'Aisne. Elle était alimentée par une grande source, aujourd'hui dérivée à Paris.

Les vallées de la Dhuis et du Surmelin, que l'aqueduc côtoie, sont d'origine évidemment diluvienne, et portent partout l'empreinte du violent courant qui les a creusées; elles ont été à peu près entièrement vidées par ce courant; on n'y rencontre que d'insignifiants lambeaux d'alluvions caillouteuses, excepté au débouché de la petite vallée de Saint-Eugène, qui est d'origine moderne, et au bas de laquelle se trouve, par conséquent, un cône de déjections. On voit aussi, un peu en amont, un amas de blocs de grès de Beauchamp, que le courant a laissés en route.

La source de la Dhuis se trouve dans le lit d'un ru, au pied d'un éboulis de meulières et de calcaires de Saint-Ouen.

Entre le débouché du Surmelin et la Ferté-sous-Jouarre, la vallée de la Marne est assez resserrée; le courant diluvien devait donc y être très violent, et tout ce qui a été ébranlé par l'action destructive de l'eau a été emporté, excepté dans les anses, les revers des caps et autres abris. Aussi, tant que le tracé de l'aqueduc s'est appliqué à des parties rectilignes ou peu contournées, la tranchée a été ouverte dans des terrains tertiaires en place, et l'aqueduc se trouve dans d'excellentes conditions de stabilité. Mais, dans les tournants à l'aval de la convexité du coteau, au débouché des vallées secondaires, dans toutes les parties, en un mot, qui n'étaient pas exposées à l'action directe du courant, la tranchée est ouverte dans un mélange confus de débris de toute sorte, éboulis de marnes vertes, de blocs de grès de Beauchamp, de meulières, etc.

Les parties peu étendues du tracé qui sont dans ces conditions se rencontrent principalement au débouché de la petite vallée de Chierry et dans les anses de Nesle, près de Château-Thierry et de Saacy, à quelques kilomètres à l'aval de Nogent-l'Artaud.

Je donne, à la page suivante, la coupe de la tranchée du siphon de Chierry, qui traverse la petite vallée de ce nom, près de son débouché en Marne.

Au-dessus du tracé, les sables de Beauchamp se trouvent en place des deux côtés. On voit parfaitement, d'après la disposition de la vallée de la Marne, que le courant diluvien se heurtait violemment contre le coteau que remonte le siphon, tandis que la pente sur laquelle la branche descendante est tracée est à l'aval de la convexité d'un tournant, et se trouvait, par conséquent, à l'abri de toute action violente.

La tranchée de la branche descendante AB, ouverte dans le coteau qui a été préservé de l'action diluvienne, est entièrement creusée, comme le fait voir la figure, dans un mélange confus de sable et de blocs de grès éboulés.

La branche ascendante CD remonte, au contraire, sur le coteau exposé à l'action violente du courant; aussi coupe-t-elle toutes les tranches du terrain tertiaire sans rencontrer un seul bloc, quoiqu'on voie les grès de Beauchamp en place, un peu au-dessus du point D. Tout ce qui a été ébranlé a donc été emporté.

A partir du point D jusqu'en face de Château-Thierry, le tracé contourne le même coteau, dans les marnes du calcaire grossier parfaitement en place; puis il s'enfonce dans l'anse de Nesle, et le profil géologique de la tranchée fait voir un mélange confus de cailloux roulés, de limon rouge, d'éboulis de meulières, de marnes vertes et de blocs de grès.

DIAGRAMME N° 7.

Coupe de la tranchée du siphon de [illegible]

A partir de la vallée du Petit-Morin jusqu'à l'aval de celle du Grand-Morin, le tracé se trouve dans des conditions très mauvaises. Le courant diluvien qui creusait ces deux vallées, suivant l'orientation sud-est nord-ouest, en se dirigeant vers la grande coupure de Bray, a été arrêté, dans son action destructive, par l'énorme massif calcaire qui sépare la Marne de l'Oise. Cette ride de terrain résistant a produit des tourbillonnements qui ont creusé cette partie de la vallée de la Marne, en lui donnant une grande largeur. Elle est, de plus, très irrégulière; les caps de la Ferté-sous-Jouarre, de Changis, des bois de Meaux, de Trilport, de Meaux, de Trilbardou, etc., s'entre-croisent de manière à produire de nombreux abris; les terrains affouillés et ébranlés par les tourbillonnements des eaux diluviennes sont donc restés en place, et, sur une vingtaine de kilomètres, la tran-

chée de l'aqueduc a été ouverte dans des éboulis confus de meulières, de marnes vertes, souvent recouverts de boue diluvienne. La planche n° 5 fait ressortir tout ce désordre.

On y voit d'abord la coupe du souterrain ouvert dans le cap de Quincy-Seguy, près de Meaux. Ce cap n'a point été entamé par l'action diluvienne. Les marnes vertes et les marnes blanches, zonées de glaises vertes, qui se trouvent au-dessous, sont donc parfaitement en place. Mais, de chaque côté, l'aqueduc est tracé sur le revers des coteaux affouillés; le niveau des marnes vertes, des argiles à meulières, a été très notablement abaissé, et le mélange confus dont il a été question ci-dessus est très nettement indiqué sur la coupe. Il est évident que, si les terrains supérieurs ne s'étaient pas affaissés par suite d'affouillements, l'aqueduc aurait été construit dans les terrains blancs au-dessous des marnes vertes.

Entre le Grand-Morin et Paris, la vallée de la Marne est presque perpendiculaire à la direction des courants diluviens. De nombreux tourbillonnements ont donc attaqué la masse gypsifère située sur la rive droite, et y ont creusé la vallée, mais avec de grandes fosses, telles que celles du Pin, de Chelles, de Rosny.

Les terrains ébranlés étaient parfaitement abrités au fond de ces anses, et le tracé de l'aqueduc s'est fait dans des éboulis sans solidité, comme ceux dont il vient d'être question.

Il me paraît inutile de reproduire ici la coupe de la tranchée de cette partie de l'aqueduc, coupe qui présenterait les mêmes dispositions que celle des abords du souterrain de Quincy-Seguy.

A partir de Clichy-en-l'Aulnois, le tracé se tient sur les plateaux; la tranchée est ouverte dans des terrains bien en place et non ébranlés.

Vallées secondaires de la Brie se prolongeant par des actions lentes

11. En étudiant le réseau des vallées secondaires, on y trouve des traces non équivoques d'actions violentes; elles sont, en général, comme les vallées principales, d'origine diluvienne. Nous en avons vu des preuves dans les vallées de l'École, du Surmelin, de Chierry, etc.

Néanmoins on trouve, principalement sur les plateaux de la Brie, quelques vallées creusées par les cours d'eau, en général par les torrents ou rus qui descendent du plateau, tantôt en pente rapide, tantôt en cascade.

Ces vallées, d'origine relativement récente, ne peuvent se confondre avec les autres. On n'y voit point de traces de violente action de transport; les débris des roches dures restent sur les pentes.

Il existe, sur le tracé de l'aqueduc de la Dhuis, divers exemples de ces vallées qui se creusent encore aujourd'hui.

La première est contournée par l'aqueduc lui-même, et débouche dans la vallée du Surmelin, derrière le village de Saint-Eugène. Trois ou quatre petits torrents,

habituellement à sec, tombent pendant l'hiver en cascade, du haut des plateaux de la Brie, et ont creusé, dans le flanc gauche de la vallée du Surmelin, un large ravin de près d'un kilomètre de longueur. C'est une vallée qui s'est creusée lentement, à l'époque quaternaire, qui se prolonge encore de nos jours, et dont tous les flancs sont tapissés de blocs de grès provenant des sables moyens, encore en place au-dessus des escarpements. On voit dans la vallée du Surmelin le cône des déjections qui proviennent de ces érosions lentes.

La petite vallée de Chierry, près de Château-Thierry, dans la partie inférieure de laquelle l'action diluvienne est si bien marquée (diagramme n° 7), continue à s'allonger encore aujourd'hui par le ravinement de deux rus. Mais les blocs laissés sur les pentes par ces deux petits cours d'eau ne permettent pas de confondre la partie moderne et la partie diluvienne de la vallée. On pourrait, avec la plus grande facilité, en tracer sur place la limite.

On voit encore, sur le tracé de l'aqueduc de la Dhuis, d'autres vallées en général très courtes, d'origine moderne; la plus considérable est celle de Montménard, près de la Ferté-sous-Jouarre. Toutes se distinguent des vallées diluviennes par les détritus de roches solides restés en place sur les flancs des coteaux, et surtout par le cône de déjections, qui se trouve toujours à la jonction de ce ravin et de la vallée ancienne.

Avant d'arriver au Raincy, l'aqueduc passe à proximité d'une autre de ces vallées rudimentaires, qui se dirige vers la plaine Saint-Denis. Il ne coule plus d'eau dans cette dépression, mais autrefois il y avait un ru assez important, qui a laissé du sable et des cailloux dans son ancien lit. M. Liégeard a trouvé, dans ces graviers, des débris de grands mammifères.

[illegible] attribué [illegible]

12. Ainsi, non seulement les grandes vallées de la Brie, mais encore toutes les petites, à l'exception des parties qui se prolongent encore aujourd'hui par les érosions des torrents, ont été creusées dans les directions quelconques et vidées par le courant diluvien, qui, cependant, marchait du sud-est au nord-ouest.

Les petites vallées des terrains granitiques, oolithiques et crétacés, ont été creusées de la même manière. Dans les terrains oolithiques, la plupart des vallées secondaires sont sèches, c'est-à-dire que le sol est tellement perméable, que jamais les eaux pluviales ne ruissellent à sa surface, et que souvent il n'existe sur les thalwegs ni fossé ni ravin destiné à l'écoulement des eaux.

Si, aux époques anciennes, où les pluies étaient plus abondantes, il existait des cours d'eau capables de creuser ces vallées, on devrait trouver sur toute leur longueur la zone de grève provenant de ces érosions, et c'est ce qui n'a pas lieu. La grève manque complètement dans les vallées sèches. Il faut donc admettre qu'elles ont été creusées par une action violente des eaux, qui les a entièrement vidées.

Les vallées granitiques ont été entièrement vidées, et, comme elles ont été les dernières attaquées, leurs déjections se sont étendues par-dessus la grève calcaire provenant des autres vallées.

Ces déjections granitiques forment les hauts niveaux des graviers, dans les vallées de l'Yonne et de la Cure jusqu'à Auxerre, dans celle du Serin jusqu'à Chablis.

Les vallées secondaires des terrains crétacés, étant beaucoup plus larges, n'ont pas toujours été vidées entièrement; on remarque, au fond de celles qui débouchent dans les vallées de l'Yonne et de l'Armançon, une zone de gravier plus ou moins puissante. Mais l'action diluvienne se révèle par un fait très caractéristique : un énorme amas de cailloux, provenant du chapeau tertiaire qui couronne la craie, s'est souvent formé au débouché de ces ruisseaux, et ne peut être confondu avec la grève calcaire mêlée de granit des bords de l'Yonne. Tels sont le dépôt considérable de silex jaunes qu'on voit au débouché du ru de Baulche, en face de Monéteau, près d'Auxerre, le dépôt du même genre qui s'est formé au débouché du ru de Saint-Vrain, près de Cézy, etc.

Il paraît donc démontré que, dans tout le bassin de la Seine, les vallées secondaires ont été violemment creusées par érosion; qu'elles ont été presque partout vidées, et que les déjections qui en provenaient s'ajoutaient au long cordon de détritus voyageant dans la vallée principale, excepté lorsque celle-ci était très large; car alors le courant secondaire, perdant sa puissance de transport, abandonnait les déjections qu'il transportait, au débouché même, un peu au-dessus du niveau du thalweg de la grande vallée.

CHAPITRE IV.

Grandes excavations de l'Auxois; — du terrain kellowien de la basse Bourgogne; — de la Champagne, etc.

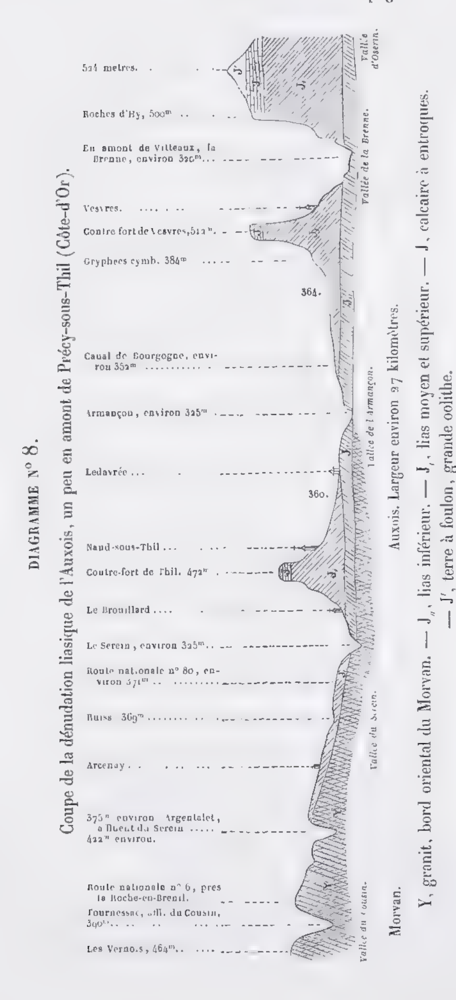


DIAGRAMME N° 8.

Coupe de la dénudation liasique de l'Auxois, un peu en amont de Précy-sous-Thil (Côte-d'Or).

Y, granit, bord oriental du Morvan. — J_{II}, lias inférieur. — J_{I}, lias moyen et supérieur. — J, calcaire à entroques. — J', terre à foulon, grande oolithe.

13. De grandes excavations se sont formées dans tous les terrains mous, de la même manière que les vallées.

M… [illegible] creusement d… grandes [illegible] de l'Auxois, [illegible] kellov[illegible] [illegible] la basse Bourgogne, de la Champagne, etc.

Ainsi, entre le granit du Morvan et les montagnes oolithiques de la Bourgogne et du Nivernais, on trouve l'Auxois et la plaine de Corbigny, fossés profonds, creusés dans les argiles du lias, dont la largeur atteint, sur certains points, jusqu'à 27 kilomètres.

L'origine diluvienne et postmiocène de cette grande érosion ne saurait être contestée, puisque les grès de Fontainebleau s'avancent jusqu'au bord de cette excavation, sur les plateaux qui dominent la Cure près de Vézelay (à Gros-Mont et Montillot).

Le diagramme ci-contre fait voir la coupe de l'Auxois. Dans cette coupe, on a exagéré considérablement l'échelle des hauteurs, pour rendre sensible à l'œil la disposition des différents terrains.

Une autre excavation considérable s'est formée dans les calcaires mous et les marnes

grises qui, dans la chaîne oolithique de la Bourgogne, remplacent l'argile d'Oxford. Cette excavation longe la région moyenne de cette chaîne sur une longueur de plus de 150 kilomètres, et traverse tout le bassin de la Seine, depuis les grottes d'Arcy, un peu au nord du Morvan, jusqu'à la Lorraine. L'escarpement qui la termine, à partir d'Arcy, passe près de Joux-la-Ville, Sennevoy, Laignes, Châtillon-sur-Seine, Château-Villain, Chaumont, etc.

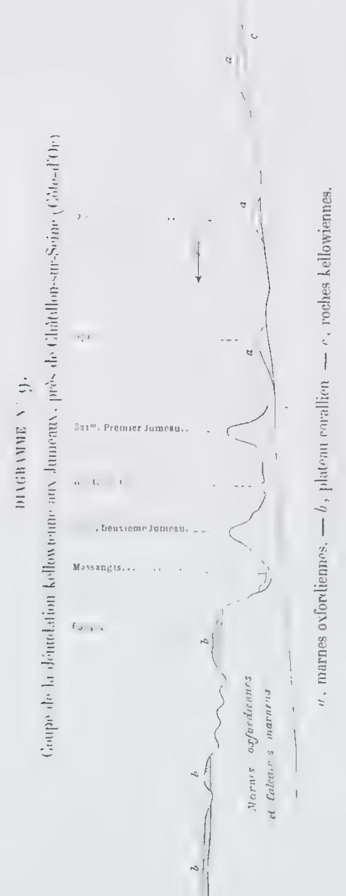


DIAGRAMME N° 9.
Coupe de la dénudation kellowienne aux Jumeaux, près de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).
a, marnes oxfordiennes. — b, plateau corallien — c, roches kellowiennes.

Le diagramme ci-contre a été relevé près de Châtillon-sur-Seine, entre les vallées de la Seine et de l'Ource; il fait voir cette dénudation dans l'axe des deux collines bien connues des géologues sous le nom des *Jumeaux*.

Les marnes molles oxfordiennes ont été détruites, et l'érosion s'est arrêtée à la surface plus résistante des roches kellowiennes, qui aujourd'hui forment la surface d'un plateau très remarquable par les minerais de fer qu'on y exploite.

Les sables et les argiles de la craie inférieure, ainsi que les calcaires tendres de la craie blanche, étaient trop mous pour opposer aux courants une grande résistance; ils ont été corrodés plus profondément encore. Ils forment les plaines basses de la Champagne sèche et de la Champagne humide, entrecoupées de collines, ou plutôt, comme l'ont dit MM. Élie de Beaumont et Dufresnoy, le fond d'un large fossé dont le talus est formé, du côté opposé à Paris, par les montagnes oolithiques, et, du côté de Paris, par les falaises de craie qui séparent la Champagne et la Brie. (Diagramme n° 10.)

Cette coupe, empruntée à M. Leymerie, est celle de la vallée de la petite rivière d'Armance. On descend d'abord de Marolles par une pente insensible vers le village de Chessy; après avoir traversé la large vallée au fond de laquelle coule la rivière, on vient se heurter contre le pied du coteau opposé au

courant, qui se relève en pente très rapide; les grès mous du green-sand sont mis à nu. Au sommet de ce coteau se trouve le bourg d'Ervy, bien connu des géologues.

DIAGRAMME N° 10.

Coupe du terrain crétacé (N.-S.) d'Auxon à Marolles.

a, terrain portlandien et kimméridien. — *b*, calcaire néocomien. — *c*, argiles et sables néocomiens. — *d*, terrains de transport de la vallée de l'Armance. — *e*, sables verts et gault. — *f*, craie blanche. — *g*, limon rouge.

A quelques kilomètres de là, à Auxon, commence la grande dénudation qui a découvert la craie supérieure. On voit, sur cette coupe, que tous les coteaux exposés à l'action violente des courants diluviens sont disposés en pente rapide, tandis que les revers opposés sont en pente très douce.

Tout le monde connaît la Champagne pouilleuse. En marchant dans le même sens que les courants diluviens, on traverse une sorte de plateau ondulé coupé par des collines basses à pentes très douces; mais, quand on arrive au pied de la Brie, et notamment dans les parties où se trouvent le calcaire pisolithique et les calcaires compactes tertiaires, la masse du terrain a résisté à l'action destructive des eaux, et se relève en falaises rapides de plus de 100 mètres de hauteur. Ces falaises, entre Montereau et le confluent de la Serre et de l'Oise, forment un front de plusieurs centaines de kilomètres de longueur; c'est, comme l'ont dit MM. Élie de Beaumont et Dufresnoy, la première enceinte des fortifications de Paris, où toutes les armées qui ont envahi la France depuis Attila jusqu'à nos jours, ont trouvé un obstacle difficile à franchir.

J'emprunte encore à M. Leymerie la figure ci-après, qui représente très bien la coupe des falaises séparant la Champagne de la Brie.

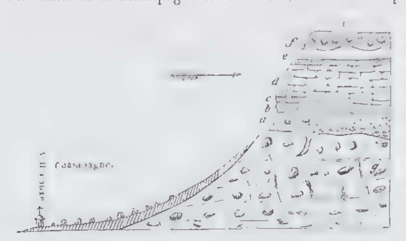
Enfin, une dernière excavation, beaucoup plus connue des Parisiens, est celle de la plaine Saint-Denis, qui s'étend, bien au delà de Dammartin, entre l'Oise et la Marne, et forme les plaines de la France et du Valois.

Ces grandes dénudations sont une des preuves les plus frappantes de la vio-

lence du phénomène diluvien. Tous les débris des roches solides, qui autrefois s'élevaient à 100 mètres et plus au-dessus de ces plaines basses, ont été emportés sans qu'il en soit resté trace; il serait aussi difficile de trouver, à la surface de l'Auxois, un bloc de marbre du calcaire à entroques, qu'un fragment de meulière ou de calcaire compacte de la Brie sur les plaines de la Champagne. On a vu qu'il en était de même sur les plateaux d'argiles à meulières, où il n'est resté aucun bloc de grès miocène. Comment expliquer un pareil fait par l'action lente des eaux pluviales et des cours d'eau?

DIAGRAMME N° 11.

Coupe de la falaise à la limite de la Champagne et de la Brie, à Villenauxe, près Nogent-sur-Seine.



a et *b*, argile plastique avec sable à la base. — *c*, sable et grès grisâtre à grains fins. — *d*, calcaire d'eau douce blanc, sable compacte. — *e*, marne verte. — *f*, limon et meulière. — *g*, craie blanche.

On peut dire, à la vérité, qu'on ne voit pas bien *a priori* comment ces grandes fosses, la Champagne surtout, ont pu être creusées par un courant dirigé du sud-est au nord-ouest.

Les explications données sur le mode de creusement des vallées de la forêt de Fontainebleau s'appliquent parfaitement à ces dénudations, aussi bien qu'aux vallées ordinaires.

Considérons, par exemple, les plaines de la Champagne.

On vient de dire que cette plaine forme le fond d'un large fossé, dont un des revers est l'escarpement de la Brie, et l'autre la chaîne oolithique de la Bourgogne et de la Lorraine. Ce fossé figure grossièrement un cercle, dont le centre serait Paris. La largeur la plus grande est de 80 kilomètres, et la plus petite, vers Rethel, de 50 kilomètres.

J'ai relevé avec le plus grand soin, sur les excellentes cartes géologiques de MM. d'Archiac, Buvignier et Leymerie, les lambeaux de craie blanche, couronnés de terrains tertiaires, restés à la surface de ces plaines comme des témoins de l'ancien état des lieux; et j'ai constaté ainsi que ces lambeaux ne sont pas orientés du sud-est au nord-ouest, comme ceux des terrains miocènes des plaines

de Saint-Denis et de la forêt de Fontainebleau. Leur disposition, tout à fait irrégulière, ne peut donner aucune indication sur la direction des courants.

Mais on doit faire remarquer que les terrains de la Champagne étaient bien autrement résistants que les sablons de Fontainebleau, et qu'ils n'ont pu être détruits que par de violents tourbillonnements, qui modifiaient nécessairement la direction du courant diluvien. Ces affouillements creusaient en même temps les vallées secondaires dans toutes les directions; comme dans la forêt de Fontainebleau, chaque ride de terrain résistant, chaque obstacle, déterminait le creusement d'une vallée. On comprend donc aisément que les lambeaux de terrains restés en place le long de ces vallées ne soient pas nécessairement orientés comme les courants, et que leur direction soit aussi irrégulière que celle des vallées elles-mêmes.

Ainsi, en amont de Sainte-Menehould, la vallée de l'Aisne a été creusée par les tourbillonnements qu'a produits la résistance d'une longue bande de craie opposée au courant. Cette bande de terrain, qui subsiste encore aujourd'hui, n'est donc pas dirigée de l'est à l'ouest, comme l'était le courant diluvien; elle court, comme la vallée elle-même, du sud au nord.

On voit de même qu'à chaque lambeau de terrain tertiaire resté en place correspond une vallée secondaire, dont le creusement fait comprendre l'irrégularité de la forme et de l'orientation de ce témoin du terrain détruit.

Cette irrégularité ne prouve donc nullement que les courants généraux, qui ont détruit les terrains tertiaires et une grande partie de terrains crétacés de cette région de la France, ne fussent pas dirigés du sud-est au nord-ouest, comme ceux qui ont emporté les terrains miocènes de la Brie.

CHAPITRE V.

Terrains de transport diluviens. — Graviers et boues des hautes terrasses et des plateaux de la Normandie. — Vers la fin du phénomène diluvien, les grandes vallées étaient en partie remplies des débris des roches détruites. — Les petites vallées étaient presque complètement vidées. — Boue diluvienne des plateaux.

14. Les hautes terrasses traversées par l'aqueduc de la Dhuis sont couvertes de débris, peu roulés et mêlés de limon, de diverses roches. Ces dépôts sont d'anciens restes de lits éphémères du torrent diluvien qui creusait la vallée. Ils sont très différents des graviers des basses terrasses et du fond de la vallée, qui alternent avec des zones de sable de rivière.

Dépôts diluviens sur les hautes terrasses.

La première terrasse se trouve à la sortie de la vallée du Surmelin, entre les villages de Crézancy et de Fossoy; la tranchée de l'aqueduc a été ouverte dans un mélange de boue diluvienne, de débris anguleux de meulières et de cailloux roulés; de nombreux et énormes blocs de grès de Beauchamp sont accumulés de chaque côté, dans les anses de Crézancy et de Fossoy. Je regrette de ne pouvoir donner ici la coupe, beaucoup trop longue, de la tranchée.

La seconde terrasse traversée par l'aqueduc est située sur la rive droite du Grand-Morin, près du village de Voisins. Comme à Crézancy, la tranchée de l'aqueduc a été ouverte dans un mélange de limon et de débris de roches peu roulés.

Enfin une troisième terrasse est coupée par le tracé, au-dessus du village de Dampmard, près de Lagny; elle est également recouverte de déjections diluviennes, peu roulées et mélangées de limon. On ne voit pas de gros blocs aux abords des terrasses de Voisins et de Dampmard.

La terrasse de Crézancy s'élève à 60 mètres, celle de Voisins et de Dampmard à 75 mètres, au-dessus du niveau actuel de la Marne.

Sur le plateau de Bicêtre, à proximité du chemin qui conduit du fort à Chevilly, on trouve les débris d'un ancien lit, situé presque à la même altitude que les terrasses élevées de la vallée de la Marne (à peu près à 115 mètres au-dessus de la mer); il est, comme elles, tapissé de cailloux de petites dimensions, dont la masse est imprégnée de limon rouge. Ces dépôts de terrasses élevées paraissent donc contemporains.

Or celui de Bicêtre est fort ancien, puisqu'il est plus élevé que les plateaux traversés par le tracé de l'aqueduc de la Vanne, entre la forêt de Fontainebleau et Arcueil.

Le lit du courant diluvien dont le dépôt caillouteux de Bicêtre faisait partie était nécessairement moins élevé que les plateaux qui alors s'étendaient de chaque côté de la vallée; par conséquent, ces plateaux n'étaient point encore affouillés jusqu'à leur niveau actuel. C'est une nouvelle preuve que le cataclysme qui creusait les vallées était le même que celui qui rasait les plateaux. En même temps que les plateaux s'abaissaient par affouillement, les thalwegs éphémères des vallées s'abaissaient de la même manière.

On trouve à Paris un dépôt du même genre, encore plus caractéristique, au sommet du mamelon du télégraphe de Belleville et de Romainville; il est désigné par Brongniart et Cuvier dans la description géologique des environs de Paris. Il couronne le lambeau de sable de Fontainebleau sur lequel a été construit le réservoir de Belleville. On n'en voit malheureusement plus que quelques restes, qui disparaîtront bientôt; mais les amateurs de ces sortes de choses peuvent encore voir un dernier débris de ce dépôt diluvien, le plus ancien de Paris, dans la rue de Charonne, à gauche en montant, entre les rues de Saint-Fargeau et de la Dhuis. Il se compose de limon rouge, de débris de meulières de Satory non roulés, et de petits cailloux très roulés. Ce dépôt est à l'altitude de 126 mètres environ. Isolé de toutes parts, il est évidemment contemporain du phénomène de destruction.

Les grands dépôts caillouteux du pays de Caux et du Vexin normand me paraissent avoir, pour la plupart, la même origine. J'ai dit qu'une grande vallée tendait à se creuser suivant la direction de la vallée de Montmorency, qui se prolonge si visiblement du sud-est au nord-ouest, sur le plateau du Vexin français, vers Marines; c'est par ce sillon éphémère que s'est d'abord opérée la débâcle des graviers, et qu'elle a été jetée sur les plateaux normands. Puis, sur la fin du phénomène, lorsque les courants ont perdu leur vitesse, les limons en suspension dans l'eau se sont déposés et ont pénétré, par infiltration, dans la masse caillouteuse.

J'ai signalé, dans un premier mémoire publié dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, l'existence de dépôts analogues sur les plateaux des bords de l'Yonne.

Ils ne peuvent être confondus avec les terrains de transport, qu'on remarque au fond ou à peu de hauteur au-dessus du fond des vallées. Ces derniers se composent de zones alternantes de cailloux et de sable; ils ont évidemment été remaniés par des cours d'eau permanents.

Les dépôts des hautes terrasses se composent d'un mélange confus de débris solides, peu roulés, et de boue; les entrepreneurs de l'aqueduc de la Dhuis n'y

ont pas trouvé un mètre cube de sable; ils étaient obligés d'en remonter, à grands frais, du fond de la vallée de la Marne.

Ces terrasses sont donc des restes d'anciens lits, que le courant diluvien, dans son capricieux travail de creusement des vallées, abandonnait, en y laissant une partie des débris entraînés par lui.

Les grandes vallées, vers la fin de l'époque diluvienne se sont remplies en partie des débris des roches détruites; les petites vallées étaient, au contraire, presque complètement vidées.

15. Ainsi, pendant la période de destruction rapide, les débris de roches solides étaient jetés dans les vallées et transportés à de grandes distances; et, comme il en provenait sans cesse des parties supérieures et latérales, on peut concevoir que toujours et sur tous les points des vallées principales très longues, il y avait des terrains de transport en mouvement.

Qu'on se figure une vallée d'une largeur de 1 kilomètre au fond, de 2 kilomètres au niveau des plateaux, de 100 mètres de profondeur, entièrement remplie d'eau jusqu'au niveau de ces plateaux; même avec une pente très faible, comme celle de la Seine au-dessous de Paris (10 centimètres par kilomètre), la vitesse de l'eau serait de 5 mètres par seconde. Les plus gros blocs de grès et de meulière que nous trouvons dans les graviers de nos vallées seraient entraînés par un courant d'eau aussi violent. On comprend donc comment les vallées secondaires ont été entièrement vidées, et comment les blocs volumineux ont pu être emportés à de grandes distances dans les vallées principales.

Mais le courant perdit peu à peu de sa violence par l'abaissement des eaux; les débris entraînés ralentirent eux-mêmes leur mouvement, et finirent par rester en place. Le fond des grandes vallées devait alors être recouvert, sur une hauteur plus ou moins grande, de dépôts formés des détritus des roches détruites. Ce sont ces détritus qui, remaniés par les cours d'eau, ont produit la plus grande partie des graviers des basses terrasses et du fond des vallées.

Cette opinion est contraire à celle des géologues qui regardent les graviers comme fluviatiles; ils admettent généralement que les graviers ont été et sont encore détachés des terrains en place par les agents atmosphériques et les petits cours d'eau, et transportés par ces derniers jusqu'aux grandes vallées.

Cela est vrai dans tous les pays de montagnes; dans le bassin de la Seine, les cours d'eau du Morvan détachent encore et entraînent des débris de roche granitique. Mais je ne pense pas qu'il en soit de même, généralement, dans les autres parties de ce bassin. Cela est même évident et n'exige aucune démonstration pour les cours d'eau des terrains oolithiques et de la craie blanche; les eaux pluviales n'y ruissellent jamais dans le plus grand nombre des vallées; les cours d'eau qu'on trouve dans les plus profondes sont alimentés par des sources, et leur marche est si tranquille, qu'ils ne peuvent remanier des graviers.

Il est vrai que leur puissance de transport était beaucoup plus grande pendant l'âge de la pierre qui suivit le cataclysme diluvien.

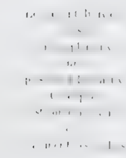
Dans les terrains tertiaires eux-mêmes, il est probable que la plus grande partie des graviers a été déposée originairement par le fleuve diluvien.

Examinons, par exemple, les graviers remaniés par les eaux dans la vallée de la Seine, à Paris, dans l'avenue Daumesnil et dans la rue du Chevaleret; nous verrons que ces graviers sont composés, en grande partie, de silex de la craie et de débris de meulières, ou de silex tertiaires. Ils proviennent donc de la craie de la Champagne et des terrains de la Brie. Cela s'explique tout naturellement dans notre hypothèse. Si, au contraire, ces silex et ces meulières avaient été et étaient encore amenés par les cours d'eau dans la vallée de la Marne et de la Seine, tous les fonds de vallées des petites rivières de la Champagne devraient être tapissés de silex de la craie, et les petites vallées de la Brie de débris de meulières, de silex ménilites, etc.

Or il n'en est rien : on trouve rarement des silex dans les cours d'eau de la Champagne, affluents de la Seine et de la Marne, et très peu de débris de roches tertiaires dans la plupart des petites vallées de la Brie. Dans ces dernières, cependant, il existe de nombreux rus qui entraînent des débris de roches de toute sorte; ces détritus forment, au débouché des rus, des cônes de déjections qui ne s'étendent jamais loin, et, en général, les petites vallées de la Brie ne renferment pas de graviers.

A la vérité, les affluents de l'Yonne qui coulent dans la craie, la Vanne, le ru de Saint-Ange, etc., ont coulé autrefois sur un lit de gravier formé de silex de la craie; mais on voit, par l'examen même de ces graviers, que ces cours d'eau n'ont jamais eu la puissance nécessaire pour déplacer les volumineux silex de la craie que nous trouvons dans les grandes vallées à de grandes distances de la Champagne, à Paris, par exemple.

D'ailleurs, dans cette hypothèse, comment expliquer la présence de ces énormes blocs de grès et de meulière, entremêlés en si grand nombre, dans les terrains de transport du fond des vallées?



16. Ceux qui se sont occupés de l'étude des eaux courantes savent très bien que ces eaux, lorsqu'elles sont limoneuses, laissent toujours, dans leur retrait, un dépôt de boue plus ou moins épais sur les plaines qu'elles ont momentanément submergées. Si donc le courant diluvien a recouvert les plateaux du bassin de la Seine, il a dû laisser derrière lui un manteau de limon. C'est un fait qui a été constaté par tous les géologues.

J'ai pu étudier ce dépôt sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne.

Pour bien comprendre ce qui va suivre, il faut se rappeler une loi très simple qui peut être formulée ainsi :

Tant que la vitesse d'une eau courante dépasse $0^{m},15$, les matières limoneuses s'y tiennent en suspension;

Les sables fins eux-mêmes se mettent en mouvement quand la vitesse de l'eau atteint $0^m,20$ (Dubuat).

Mais ce qui distingue nettement les matières limoneuses et sablonneuses, c'est que celles-ci tombent toujours brusquement au fond, lorsque la vitesse de l'eau n'est plus suffisante pour les soutenir, tandis que les autres s'abaissent lentement en nuage. On sait que c'est par lévigation qu'on sépare les sables des limons, dans les laboratoires de chimie.

A partir de Champceuil jusqu'à Arcueil, sur une longueur de 34 kilomètres, le tracé de l'aqueduc de la Vanne quitte les coteaux miocènes et se trouve établi sur des plateaux presque horizontaux d'argiles à meulières de Brie, en franchissant par des siphons les vallées de l'Essonne et de l'Orge. Sur cette grande longueur, des sondes ont été ouvertes de 500 en 500 mètres, et elles font ressortir les faits suivants.

Tous ces plateaux sont recouverts aujourd'hui d'une couche de limon, de couleur ocreuse rougeâtre, que j'appellerai *limon rouge*. Ce dépôt manque habituellement sur les bords des plateaux et sur les pentes rapides des coteaux qui longent les vallées. Ainsi nos sondes n'en indiquent pas trace sur les pentes des coteaux de l'Essonne, à Mennecy, de l'Orge, à Savigny, et de la Bièvre, à Arcueil. Toutefois, dans le fond et à une certaine hauteur au-dessus du fond de ces deux dernières vallées, on trouve un limon grossier, mais qui n'a aucune analogie avec celui des plateaux; il a été déposé plus tard par les cours d'eau, comme on le dira plus loin.

Le limon des plateaux se compose de deux parties bien distinctes.

La partie inférieure, plus grossière, sableuse, fait quelquefois effervescence avec les acides. Délayé dans l'eau, ce sable impur se dépose presque instantanément, dès qu'on cesse d'agiter le liquide. Réduit à l'état pâteux, il est trop maigre pour être moulé en briques.

La partie supérieure du limon est plus argileuse, ne fait pas effervescence avec les acides, et, en général, se moule facilement en briques. Lorsqu'elle est en suspension dans l'eau, elle se dépose beaucoup plus lentement que l'autre, de sorte que, si, dans un même vase, on délaye un mélange des deux limons, leur séparation s'opère par le repos, absolument comme elle s'est faite dans la nature : le limon inférieur tombe au fond presque instantanément; la terre à brique se dépose plus lentement à l'état de nuage.

Cette observation est très importante, puisqu'elle fait comprendre comment s'est opérée la séparation des deux limons, à l'époque où ils se sont déposés sur les plateaux.

Le dépôt que rencontre notre tracé a évidemment la plus grande analogie avec les limons des autres plateaux qui entourent Paris.

Ces boues sont cependant loin d'être homogènes; leur composition varie con-

stamment avec la nature des roches du voisinage; voici quelques analyses empruntées à la carte agronomique de M. Delesse :

Limon brun de la plaine de Gonesse.

Sable siliceux fin de	0,10 à	0,22
Humus	0,02	0,02
Argile et oxyde de fer	0,88	0,76
Calcaire	0,00	0,00
Total	1,00	1,00

Limon rouge du plateau compris entre la Seine, l'Orge et la Bièvre, près du mamelon sablonneux de Villejuif.

Sable	0,69
Humus	0,03
Argile et oxyde de fer	0,28
Total	1,00

Sur le même plateau, à la croisée des routes près de Chevilly, le limon repose sur le terrain éocène avec meulières.

Sable	0,11
Humus	0,02
Argile et oxyde de fer	0,87
Total	1,00

A Paray, au-dessus du terrain éocène.

Sable	0,13
Humus	0,01
Argile et oxyde de fer	0,86
Total	1,00

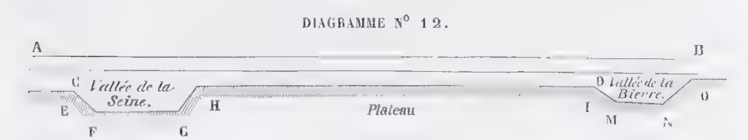
Nos sondes, sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne, donnent des résultats identiques. Beaucoup trop sablonneux pour être moulé en briques dans le voisinage des mamelons miocènes, le limon des plateaux est, au contraire, très propre à faire de la brique, lorsqu'il repose sur les terrains éocènes à meulières.

Ce limon ne peut être confondu avec celui qui recouvre les graviers des vallées, comme on le verra plus loin.

Sa présence sur les plateaux s'explique de la manière la plus simple, si l'on admet l'existence d'un courant diluvien qui rasait ces plateaux et creusait les vallées.

Soient EFGH la vallée de la Seine, IMNO celle de la Bièvre et HI le plateau intermédiaire; voyons ce qui a dû se passer pendant que le courant diluvien creusait les deux vallées en rasant le plateau.

DIAGRAMME N° 12.



Il est évident que la violence de l'eau était encore énorme dans les deux vallées, lorsqu'elle diminuait déjà sur le plateau.

Peu à peu, l'eau s'est abaissée à un niveau AB tel, que sa vitesse, encore très forte au-dessus des deux vallées, était devenue moindre que $0^m,20$ sur le plateau; alors le sable et les matières grossières, ne pouvant plus rester en suspension, se sont déposés presque instantanément.

De là l'origine de la partie grossière qui forme la base du limon des plateaux.

Puis, le niveau s'étant abaissé en CD, la vitesse est devenue moindre encore; elle est descendue peu à peu vers $0^m,15$. Les sables les plus fins, l'argile grossière et la petite partie d'oxyde de fer formant la matière colorante se sont alors abaissés jusqu'au sol, mais bien plus lentement, à l'état de nuage, se séparant ainsi nettement du dépôt inférieur.

L'eau n'est jamais restée dans un état de tranquillité telle, qu'elle ait pu se dépouiller des boues tout à fait impalpables, surtout des limons calcaires; les matières moins dures que les sables siliceux ont été plus finement broyées, et sont restées en suspension dans l'eau qui continuait à s'écouler avec une vitesse très faible, mais capable de les entraîner. On sait, en effet, que les limons très fins peuvent rester pendant plusieurs jours en suspension dans l'eau, même lorsqu'elle est dans un état d'immobilité complète; les eaux de la Seine, notamment, puisées en temps de crue, peuvent rester soixante et douze heures dans un repos absolu sans s'éclaircir complètement.

Les débris des roches calcaires les plus grossiers sont donc tombés dans la couche inférieure de limon, qui fait habituellement effervescence avec les acides.

La quantité de calcaire contenue dans la couche supérieure est, au contraire, presque toujours trop petite pour qu'il y ait effervescence.

Cependant, en attaquant le limon par l'acide chlorhydrique, on constate facilement, au moyen de l'oxalate d'ammoniaque, la présence de la chaux dans la liqueur filtrée.

Le dépôt de limon n'a pu se former sur les pentes EF, GH, IM, NO, des coteaux de la Seine et de la Bièvre, ni même sur les bords du plateau; la vitesse du

courant y était beaucoup trop grande, et les boues restaient en suspension dans l'eau.

En temps de crues, la vitesse de l'eau de la Seine, en aval de Paris, s'élève, sur certains points, à $1^m,40$: que devait être cette vitesse, lorsque l'eau remplissait encore toute la vallée jusqu'au bord des plateaux? J'ai démontré qu'avec les faibles pentes de la basse Seine elle devait toujours atteindre 5 mètres (15). Elle était certainement beaucoup plus grande dans les hautes vallées. Est-il nécessaire de dire qu'avec une pareille vitesse aucun dépôt limoneux ne pouvait se former ni dans les vallées, ni sur les pentes des coteaux, ni même au bord des plateaux.

Il n'est donc pas surprenant que nos sondes n'aient accusé aucune trace de limon sur les pentes de la vallée de l'Essonne, de l'Orge et de la Bièvre à Arcueil.

Ainsi il y a une séparation, en général bien marquée, entre les limons des plateaux et ceux du fond des vallées, dont je parlerai plus loin.

A certains points, le limon des plateaux a été entraîné sur les pentes jusqu'au fond des vallées par les agents atmosphériques; mais cette exception est assez rare, surtout le long des vallées très profondes.

La figure qui précède fait voir que le dépôt s'est formé par un seul phénomène de courte durée. Si, en effet, le courant diluvien avait duré longtemps, il y aurait eu des crues et des décrues, comme dans tous les cours d'eau; l'eau se serait donc élevée et abaissée plusieurs fois successivement aux niveaux AB et CD, et sur les plateaux on trouverait plusieurs zones alternantes de limon grossier et de limon fin, ce qui n'a pas lieu.

Le dépôt n'a pu se faire dans les eaux profondes et tranquilles d'une mer ou d'un lac, parce qu'alors il s'étendrait aussi bien sur les pentes que sur les plateaux.

Les vallées se creusaient, ou au moins se modifiaient lorsqu'il se formait. Si elles avaient été préexistantes, un déplacement d'eau quelconque n'aurait pu avoir lieu en débordant par-dessus les plateaux, et par conséquent en remplissant les vallées, sans raviner et élargir ces dernières et sans emporter tout ce que nous y voyons aujourd'hui.

Si elles avaient été creusées après coup, lorsque le limon couvrait déjà les plateaux, le courant aurait, dans l'origine, débordé sur les plateaux, raviné le limon, et aurait laissé à la surface une seconde couche de boue, remplissant les ravins et s'étendant par-dessus les restes du limon plus ancien; ou bien il aurait tout emporté, laissant un autre manteau rouge à la place du premier, et alors le premier cataclysme diluvien serait pour nous comme non avenu.

Lorsque, au lieu de se tenir à niveau constant, l'eau décroît rapidement, il ne reste rien sur les pentes assez prononcées pour que l'effet du batillage y soit

sensible, même lorsque la vitesse est très faible; bien loin de là, toutes les pentes sont, pour ainsi dire, décapées et lavées. Au contraire, sur les terrasses, sur les gradins et autres parties plates, quelque étroites qu'elles soient, il y a dépôt, parce que l'effet du batillage y est nul[1]. C'est ce qu'on peut remarquer dans tous les cours d'eau, même dans les égouts, où une banquette de $0^m,40$ de largeur se couvre immédiatement d'une couche épaisse de vase noire, si l'on y fait passer l'eau pendant quelques minutes, tandis que les crues ne laissent aucun dépôt sur le talus des berges d'une rivière, quelque doux qu'il soit. C'est ce qui explique l'absence presque complète de limon sur les plaines ondulées comme celles de la Champagne.

Ces plaines ne sont point de véritables plateaux; elles sont couvertes d'une multitude de petites vallées séparées par de basses et étroites collines arrondies; de plus, la différence de niveau qui existe entre le faîte séparant deux grands cours d'eau, comme la Marne et l'Aube, par exemple, et leurs thalwegs, est considérable. Il est résulté de là que, pendant la décroissance des eaux diluviennes, les eaux ont toujours conservé un certain degré de vitesse, non seulement dans les grandes vallées, mais encore sur les pentes qui les séparent, et que, d'ailleurs, le batillage a empêché le limon de rester sur le penchant des collines des petites vallées. La boue rouge des plateaux a donc passé sur les plaines de la Champagne, mais ne s'y est pas arrêtée. Ce qui le prouve, c'est qu'on en voit çà et là quelques lambeaux dans les localités favorablement disposées. (Voir la *Statistique géologique de l'Aube*, de M. Leymerie.)

Si, au contraire, ces plaines avaient été recouvertes par une mer tranquille et profonde, elles seraient tapissées, comme les plateaux de la Brie, d'une couche de limon plus ou moins épaisse, que le batillage n'aurait pu enlever entièrement pendant le retrait des eaux.

Je démontrerai d'ailleurs qu'après le phénomène diluvien les pluies furent, pendant longtemps, assez abondantes pour ruisseler à la surface de la craie de la Champagne, terrain si perméable qu'il absorbe toute l'eau de pluie sur place. Ces ruissellements auraient pu entraîner la petite quantité de limon qui, malgré l'effet du batillage, serait restée à la surface de ces plaines.

Le limon des plateaux s'étend sur toute la surface des argiles à meulières de la Brie et sur les plateaux du calcaire de Beauce et des meulières de Satory. On peut le suivre, presque sans interruption, jusque sur les plateaux des vallées du bassin d'Oise. De là il passe sur ceux de la Picardie et de la Flandre.

[1] *Batillage*, petites vagues produites par le vent dans les canaux et les rivières. Voici ce que dit M. Minard de l'action du batillage : «Au surplus, «les inclinaisons régulières et rectilignes qu'on «donne aux talus des canaux durent très peu; «au bout d'un certain temps elles s'altèrent au «niveau de l'eau; le batillage, les petites vagues «produites par le vent... dégradent le talus un «peu au-dessus et au-dessous de la tenue d'eau or«dinaire.» (Minard, *Cours de construction*, p. 235.)

En remontant le bassin de la Seine, on trouve une lacune qui correspond aux plaines de la Champagne, où le limon rouge manque presque complètement. Cette lacune se prolonge même en basse Bourgogne, où les dépôts limoneux sont assez rares à la surface du terrain oolithique supérieur; ce qui tient, comme en Champagne, à la disposition ondulée de ces terrains, qui ne s'étendent presque jamais en plateau, car, dès qu'il y a *un véritable plateau*, il y a toujours *dépôt de limon*. Mais, aussitôt qu'on arrive à la dénudation kellowienne, qui traverse tout le bassin de la Seine, depuis la vallée de l'Armançon jusqu'à la limite de la Haute-Marne, en passant par Laignes, Châtillon, Château-Villain, etc., on retrouve en abondance sur ces plateaux le limon rouge, qui y est associé avec un minerai de fer oolithique désigné dans le pays sous le nom de *mine rouge*. Le limon est connu, dans ces localités, sous le nom d'*herbue*.

Enfin il s'étend sur les plateaux liasiques de l'Auxois et du bassin de l'Yonne. Dans l'Auxois, il renferme un minerai de fer remanié, provenant du calcaire à gryphées arquées, et il est désigné sous le nom de *petite aubue*, *terre noire*, suivant qu'il est coloré en rouge ocreux ou en brun foncé.

17. J'ai démontré, dans cette première partie, que le bassin de la Seine devait son relief actuel à un phénomène peut-être unique, postérieur au dépôt des sables de Fontainebleau et des calcaires de Beauce, au déplacement d'une grande masse d'eau qui l'a raviné en courant du sud-est au nord-ouest. La violence de ce courant est attestée par l'orientation sud-est nord-ouest des lambeaux de terrains miocènes restés en place, par l'absence complète des débris des roches détruites à la surface des plateaux mis à nu, par la disposition des vallées, et surtout par le manteau de limon rouge qui recouvre les plateaux à faibles pentes, et qui manque généralement sur les plaines ondulées et les coteaux à forte pente.

L'orientation sud-est nord-ouest est celle de la pente générale du bassin de la Seine; elle indique donc simplement l'extrême violence des courants, qu'aucun obstacle n'a pu détourner longtemps. Il est clair que, si les terrains qui couvraient originairement cette partie de la France avaient été orientés autrement, le grand épanchement d'eau qui s'est fait par-dessus la chaîne de la Côte-d'Or, après le dépôt des terrains miocènes, se serait écoulé suivant cette orientation.

Les limons des plateaux, les graviers des hautes et basses terrasses du fond des vallées, ont été désignés par les noms de *diluvium*, *terrains de transport*. Le dernier de ces deux noms doit seul être conservé. Je viens de faire voir que le long cordon de gravier qui se développe au fond de nos vallées y a été jeté par les eaux diluviennes; mais ce gravier a été remanié par les cours d'eau : il est devenu fluviatile.

Le limon des plateaux lui-même est soumis à l'action des eaux pluviales; je démontrerai que, dans les temps anciens, cette action était beaucoup plus éner-

gique qu'aujourd'hui, et que, sur les plateaux les plus perméables, les dépôts limoneux ont pu être déplacés.

Le mot *diluvium* peut donc donner lieu à de grandes confusions, surtout si on l'applique au gravier des basses terrasses et du fond des vallées. Il faudrait alors le faire suivre des mots *remanié par les cours d'eau;* mais l'expression *diluvium remanié par les cours d'eau*, qui a déjà l'inconvénient d'être trop longue, n'est même pas juste; car, si la plus grande partie du gravier fluviatile est d'origine diluvienne, on ne peut nier cependant que certains de nos cours d'eau, tels que ceux du Morvan, ne détachent encore des roches restées en place, du sable et même du gravier. Par conséquent, le terrain de transport de nos vallées n'est pas entièrement d'origine diluvienne.

Ce terme *diluvium* est donc impropre et doit être rejeté.

Il faut conserver, au contraire, le nom de *terrain de transport*, qui s'applique aussi bien aux dépôts diluviens des plateaux et des hautes terrasses qu'aux graviers remaniés des basses terrasses et du fond des vallées. Sans doute, les terrains sédimentaires, qui se sont déposés dans les eaux tranquilles et profondes des mers et des lacs, sont aussi des *terrains de transport*, pour la plupart; mais je crois que ce nom convient surtout pour désigner les terrains qui se sont déposés dans les eaux courantes, qu'elles soient diluviennes ou fluviatiles.

Enfin il faut encore s'entendre sur ces expressions : *eaux diluviennes*, *eaux fluviatiles.*

Dans un grand bassin hydrographique complètement émergé, comme l'est, de nos jours, celui de la Seine, ne renfermant aucune mer intérieure, ni de très hautes montagnes, il convient de considérer comme fluviatiles toutes les eaux courantes ayant leur origine dans les limites mêmes de ce bassin, c'est-à-dire les eaux provenant des chutes de pluie, des sources, des fontes de neige ou de glaciers. L'écoulement de ces eaux, quelle que soit d'ailleurs leur abondance à certaines époques, ne peut former tout au plus qu'*une crue*, jamais *un déluge.*

Les eaux diluviennes proviennent d'une mer ou d'un grand lac. Leur écoulement est déterminé soit par le relèvement du fond de cette grande nappe d'eau, soit par l'abaissement du niveau du continent submergé.

Un déluge peut encore être produit par la fonte rapide d'un grand glacier.

On conçoit que, si une nappe de glace de 240 kilomètres de longueur et de 1 kilomètre d'épaisseur, comme celles qui existaient, à l'époque glaciaire, dans certaines vallées rayonnantes des Alpes, pouvait fondre dans le cours d'un été, le bassin inférieur pourrait être complètement submergé.

Je suis loin d'admettre qu'un phénomène de ce genre se soit jamais produit; il y a eu, sans doute, des crues énormes dues aux fontes des anciens glaciers, mais, jusqu'ici, on n'a pas prouvé que ces crues aient submergé autre chose que le fond des vallées ouvertes en prolongement de ces glaciers.

L'époque de l'histoire de la terre dont il vient d'être question est bien importante; on n'a, jusqu'ici, trouvé, dans le bassin de la Seine, aucune trace de l'homme ou de son industrie antérieurement à cette phase, et il n'est pas encore complètement démontré qu'on en ait trouvé ailleurs.

On trouvera, au contraire, des preuves non douteuses de l'existence de l'homme à l'époque suivante.

DEUXIÈME PARTIE.

GRANDS COURS D'EAU DE L'ÂGE DE PIERRE.

CHAPITRE VI.

Orographie du bassin de la Seine après le cataclysme diluvien.

18. Pour se faire une idée nette de l'état du bassin de notre fleuve à l'époque où je suis arrivé, c'est-à-dire à la fin du grand phénomène de destruction, il faut admettre que le relief du sol était, à bien peu près, ce qu'il est aujourd'hui. Les grandes dénudations de l'Auxois, du Châtillonnais, de la Champagne, du Valois, existaient déjà; les plateaux du Gâtinais, de la Brie, de la Normandie, étaient rasés, et le réseau des vallées était au moins ébauché. Orographie du bassin de la Seine après le cataclysme diluvien.

Les modifications produites depuis par les agents atmosphériques ont été peu considérables, et n'ont pas changé sensiblement le modelé du terrain; les pentes argileuses ou sablonneuses se sont adoucies; les roches solides, creusées en cavernes, se sont effondrées dans beaucoup de localités; les cours d'eau ont abaissé le niveau de leur lit; mais ces petites modifications superficielles n'ont pas changé notablement l'aspect du pays, et l'action diluvienne est visible encore partout, comme on l'a vu ci-dessus.

Les dispositions orographiques du sol étaient donc sensiblement les mêmes qu'aujourd'hui, et, pour simplifier, je conserverai aux diverses localités leurs noms modernes. (Planche n° 1.)

Le Morvan, qui s'est toujours élevé en grande partie au-dessus des mers secondaires et tertiaires, et qui formait une île dans ces temps reculés, s'étend encore du sud au nord comme un grand cap, et domine tout le bassin. Ses points les plus élevés dépassent, vers les sources de l'Yonne, l'altitude de 900 mètres; le reste du faîte de partage, entre le Morvan et les Ardennes, est occupé par les montagnes oolithiques de la Bourgogne, dont l'altitude ne dépasse pas 610 mètres (le Charmoy, près Blaisy-Haut, Côte-d'Or).

On vient de voir que non seulement les courants diluviens ont creusé toutes

les vallées et rasé tous les plateaux, mais qu'ils ont encore ouvert cinq larges fosses ou plaines basses, dont la disposition n'a aucune relation avec la direction générale des vallées.

Ces excavations ont été décrites ci-dessus, et je ne reviendrai pas sur leurs dispositions. Le Morvan s'élève au milieu de la première, comme une gigantesque forteresse au milieu de son fossé, dont le fond est occupé par les riches plaines de l'Auxois et de Corbigny. Ces plaines sont de 5 à 600 mètres en contre-bas des sommets les plus élevés du Morvan, et à 2 ou 300 mètres au-dessous des points culminants de la chaîne oolithique de la Côte-d'Or.

Les plaines kellowiennes, à minerai de fer, du Châtillonnais et de la Haute-Marne, qui forment la deuxième fosse, descendent en pente douce jusqu'à l'escarpement de marnes oxfordiennes qui les limite au nord-ouest, en s'élevant à une centaine de mètres au-dessus (altitude des sommets des Jumeaux, 307 et 321, diagramme n° 9).

La troisième et la quatrième fosse forment la Champagne humide et la Champagne sèche décrites ci-dessus (diagrammes n°s 10 et 11).

Les calcaires jurassiques descendent en pente douce jusqu'au fond de ce fossé, dont ils forment le revers oriental; les terrains de Brie couronnent les falaises à pente rapide qui forment le revers opposé.

Enfin la dernière fosse, celle de la plaine Saint-Denis et du Valois, est limitée, du côté du nord-ouest, par les plaines plus élevées du Vexin français, et, du côté du sud-est, par la vallée de la Marne. Les points les plus élevés de ces plaines, les seuils qui séparent les eaux de l'Oise et celles de la Marne, sont généralement à une altitude comprise entre 110 et 120 mètres; mais au-dessus s'élèvent les restes des terrains détruits, qui dépassent ces altitudes d'une centaine de mètres.

Si l'on fait abstraction de ces grandes érosions et des vallées, on trouve que le bassin de la Seine, à partir du Morvan et de l'arête de la chaîne de la Côte-d'Or, est formé, dans sa partie supérieure, d'une longue bande de terrains arides, les calcaires oolithiques, qui s'abaissent, en pente peu rapide, de l'altitude 610 à l'altitude 180 à 200, à laquelle ils plongent sous les terrains de la craie inférieure.

Les hautes falaises qui limitent la Champagne, du côté de la Brie, sont surmontées par des plateaux tertiaires beaucoup plus élevés que les plaines dont il vient d'être question (diagramme n° 11). Abstraction faite des vallées profondes, mais étroites, qui les sillonnent, ces plateaux s'étendent, presque sans interruption, depuis la Champagne jusqu'à la mer.

On n'y remarque que deux dépressions considérables, le Valois et la plaine Saint-Denis, le pays de Bray.

Ces plateaux sont aujourd'hui de riches et fertiles contrées, dont les limites géographiques séparent autant de formations géologiques différentes.

La plaine élevée comprise entre l'Yonne et le bassin de la Loire, et coupée par le Loing, forme l'ancien Gâtinais.

Les argiles tertiaires qui la recouvrent sont d'une origine géologique encore un peu incertaine, probablement miocène.

La Brie est occupée par les argiles à meulières qui recouvrent les marnes vertes de Montmartre. Les sables des terrains tertiaires inférieurs et le calcaire grossier couvrent les plateaux du Soissonnais; les sables moyens et les calcaires de Saint-Ouen forment les riches contrées du Tardenois, de l'Île de France, du Valois, du Vexin français; la Beauce et le pays de Hurepois sont occupés par les sables de Fontainebleau et les calcaires de Beauce.

Sur la rive gauche de l'Eure s'étendent ces vastes plaines couvertes d'argiles à silex que les géologues s'accordent aujourd'hui à classer dans le terrain tertiaire inférieur.

Enfin les plateaux du Vexin normand et du pays de Caux sont recouverts d'un limon caillouteux qui, en grande partie, paraît diluvien.

Ces plateaux sont remarquables par l'uniformité de leur altitude; les plus bas, l'extrémité de la Brie, qui passe sur la rive gauche de la Seine vers Corbeil, sont à l'altitude de 75 mètres; les plus élevés atteignent jusqu'à la montagne de Reims, et leur altitude ne dépasse pas 280 mètres; c'est une différence maximum d'altitude de 205 mètres sur une étendue de plus de 300 kilomètres. On trouverait peut-être difficilement une pareille uniformité dans le reste de la France, si ce n'est dans l'Artois, la Flandre et la Picardie.

Le centre de figure de ce grand plateau est peu éloigné de Paris. C'est là aussi que se trouve la partie la plus basse, car toutes les lignes rayonnantes que l'on trace sur la carte, à partir de ce centre, vont toujours en montant, soit qu'on les dirige vers l'amont du bassin, soit qu'on se rapproche de l'Océan.

Tels sont les principaux traits de l'orographie du bassin de la Seine.

Si les roches dures, les granits et les calcaires ont conservé, dans leurs escarpements et dans leur irrégularité de forme, des traces, pour ainsi dire visibles encore, du passage des courants diluviens, la surface des terrains argileux, au contraire, a subi, depuis ces temps reculés, sous l'influence des agents atmosphériques, des modifications qui l'ont ramenée à des formes presque régulières. Mais, comme les causes qui ont modifié ainsi la surface du sol persistent encore aujourd'hui et sont la conséquence de certaines propriétés hydrologiques du sol, je reviendrai plus loin sur cette question.

Tous ces plateaux, si riches aujourd'hui, présentaient, à l'époque ancienne dont nous nous occupons, l'aspect le plus désolé. Non seulement tout être vivant, mais encore toute végétation avaient disparu. Un limon rouge, absolument stérile, couvrait toutes les parties plates du sol; les pentes, profondément ravinées, n'étaient pas moins impropres à la vie végétale. Il a fallu de longs siècles, sans doute,

pour produire un peu d'humus et faire renaître les plantes indispensables à la vie des animaux; cette longue période de stérilité pourrait donc s'appeler l'ère azoïque de cette époque ancienne.

Disposition des cours d'eau.

19. Trois cours d'eau principaux, le Cousin, la Cure et l'Yonne, sillonnent la partie granitique du bassin, c'est-à-dire le Morvan, et cela sensiblement, du sud-est au nord-ouest; leurs affluents sont presque innombrables. Leur pente est rapide; la plupart des vallées dans lesquelles ils coulent sont fortement contournées et souvent si étroites, qu'il ne reste pas, à côté du torrent, la place nécessaire pour y établir un chemin. Sous ce rapport, le Morvan ressemble à tous les pays de montagnes.

Les plaines argileuses du large fossé qui entoure le Morvan, l'Auxois et le bassin de Corbigny, sont coupées par quatre rivières : à l'ouest du Morvan, par l'Yonne; à l'est, par le Serein, l'Armançon et la Brenne. Les affluents de ces rivières sont très nombreux en temps de pluie; mais, dans les saisons sèches, ils se réduisent à un assez petit nombre. Ces quatre cours d'eau coulent aussi à peu près du sud-est au nord-ouest.

Cette orientation est également celle des quinze cours d'eau principaux qui descendent des pentes oolithiques de la Côte-d'Or et du Nivernais : le Beuvron, l'Yonne, la Cure, le Serein, l'Armançon, la Seine, l'Ource, l'Aube, l'Aujon, la Blaise, la Marne, le Rognon, la Saulx, l'Ornain et l'Aire. Mais leurs affluents sont bien moins nombreux; les terrains arides de la formation oolithique sont couverts de vallées qui restent sèches en toutes saisons, pour la plupart; les plus profondes seulement donnent naissance à de belles sources qui alimentent de limpides ruisseaux.

Les cours d'eau de la large bande de craie inférieure qui traverse tout le bassin sont disposés tout autrement. Comme l'ont très bien fait remarquer les auteurs de la carte géologique de la France, ces cours d'eau sont dirigés presque perpendiculairement à la direction générale des rivières principales : tels sont le ru de Baulche, le Saint-Vrain, l'Armance, l'Hozain, la Barse, la Voire, la Chée et l'Aisne. En somme, ces cours d'eau suivent le fond de ce fossé que j'ai appelé *la Champagne humide*. Les rivières extrêmes, l'Oise et la Serre au nord, le Loing et son affluent principal, l'Ouanne, au sud-ouest, font seules exception et sont sensiblement dirigées: les premières de l'est à l'ouest, et les dernières du sud-est au nord-ouest. Les affluents de ces rivières sont très nombreux.

Les plaines arides de la Champagne sèche (craie blanche) sont, au contraire, très pauvres en cours d'eau. En faisant abstraction des rivières principales déjà nommées, l'Yonne, la Seine, l'Aube, la Marne, l'Aisne et l'Oise, voici la nomenclature presque complète des ruisseaux de la Champagne : le Tholon, la Vanne, l'Oreuse, l'Orvin, l'Ardusson, la Barbuisse, les Auges, l'Huitrelle, le Puits, la

Somme-Soude, la Coole, la Moivre, la Vesle, la Suippe, la Retourne, la Souche, le Noirieux, la Serre. Les affluents de ces ruisseaux sont en très petit nombre.

Les plateaux argileux du Gâtinais donnent naissance à une multitude de cours d'eau dont les principaux sont : l'Ouanne, le Loing, la Bez, le Biez, le Lunain, l'Orvanne, la rivière des Doigts et ses cinq ramifications, le Fusain, etc. Cette partie du bassin est très plate, et, l'hiver, les eaux pluviales séjournaient autrefois à la surface du sol. On donnait le nom de *Gâtines* à ces larges flaques d'eau sans profondeur.

Les plateaux argileux de la Brie ont la plus grande analogie avec ceux du Gâtinais. Avant les travaux d'assainissement très anciens qui y ont été exécutés, les eaux pluviales s'y écoulaient difficilement. Cependant les cours d'eau y sont nombreux et très ramifiés; les principaux sont : la Voulzie, l'Yères, le Grand-Morin et son affluent, l'Aubetin, le Petit-Morin et le Surmelin.

L'Ourcq doit être considéré comme une rivière mixte, ayant son origine, partie dans les terrains à meulières, partie dans les terrains éocènes inférieurs et moyens.

Dans le reste du bassin, les cours d'eau deviennent rares. On n'en compte que huit sur les plateaux ondulés occupés par les sables de Fontainebleau et les calcaires de Beauce, entre Nemours et Chartres : l'École, l'Essonne et son affluent, la Juine, l'Orge et ses affluents, la Renarde, la Rimarde et deux affluents de l'Eure, la Voëse et la Vègre; ces rivières sont sans ramification.

Le plateau peu étendu des argiles à meulières de Satory est sillonné par quatre cours d'eau, l'Yvette, la Bièvre, la Mauldre et la Vaucouleurs, qui sont assez ramifiés.

L'Eure et ses affluents de la rive gauche, la Blaise, l'Avre et l'Iton, sont un peu ramifiés dans leur partie supérieure, dont les versants sont argileux; mais, dans la partie moyenne et inférieure, la craie exerce une action de drainage si énergique, que les affluents manquent complètement.

L'Oise et l'Aisne sont les deux rivières principales des plateaux tertiaires de la rive droite de la Seine entre Paris et Rouen. En amont de Compiègne, dans le Soissonnais, l'argile plastique soutient des sources importantes, qui alimentent de nombreux cours d'eau, dont le principal est la Lette.

En aval, jusqu'à Saint-Denis, les cours d'eau deviennent très rares. Les principaux, on pourrait dire les seuls, sont l'Autonne, la Nonette, la Thève, le ruisseau d'Enghien et la Crould, qui passe à Saint-Denis.

Sur la rive droite de l'Oise, quoique les plateaux soient arides, les cours d'eau, assez rares d'ailleurs, sont ramifiés par les nombreuses sources de l'argile plastique; les principaux sont : la Brèche, le Thérain, le Méru, le Sausseron et la Viosne.

Enfin, à l'aval du confluent de l'Oise, les cours d'eau sont bien plus rares encore; un seul, l'Epte, qui provient de la fosse argileuse du pays de Bray, a quelque

importance; les autres, si l'on fait abstraction de l'Eure, sont des ruisseaux qui ne méritent guère qu'on s'en occupe; le plus considérable est l'Andelle, qui est alimenté par les sources de la craie.

État de ces cours d'eau [illegible]

20. Ces rivières ont toutes commencé à couler après le cataclysme diluvien, mais dans des conditions très différentes.

On vient de voir que, dans certaines contrées, les cours d'eau sont nombreux et très ramifiés. Cela tient à ce que ces terrains sont imperméables, et que les eaux pluviales ruissellent à leur surface. En pareil cas, les crues sont violentes, de courte durée, et de plus très habituellement limoneuses.

Dans d'autres régions, au contraire, les cours d'eau sont rares et peu ramifiés; la surface du sol est perméable, et les eaux pluviales passent par les sources avant d'arriver aux thalwegs. On comprend immédiatement que, dans ces conditions, les crues soient de longue durée et relativement peu violentes. Souvent le fond des vallées de ces cours d'eau tranquilles est envahi par la tourbe.

Je démontrerai que les cours d'eau anciens étaient beaucoup plus considérables que ceux qui coulent aujourd'hui sous nos yeux. C'est dans leurs graviers, comme dans les cavernes, qu'on trouve les traces les plus certaines du travail des premiers hommes, les armes et ustensiles en silex taillé et non poli.

Ces premiers travaux de l'homme ont fait donner à cette époque de l'histoire de la terre le nom d'*âge de la pierre taillée*. J'ai donc pu donner aux cours d'eau qui existaient alors le nom de *cours d'eau de l'âge de la pierre*. J'aurais dû ajouter l'adjectif *taillée;* mais cet allongement de nom m'a paru inutile : les cours d'eau de l'âge de la pierre polie et du bronze ayant identiquement le même régime que nos rivières modernes, il n'est pas nécessaire de leur donner un nom particulier.

Je réserve donc cette dénomination, *cours d'eau de l'âge de la pierre*, pour désigner les cours d'eau qui existaient à l'époque où l'homme ne savait pas encore polir les instruments en silex dont il faisait usage. Cette époque de l'histoire de la terre est encore caractérisée par les animaux étranges qui habitaient alors notre Europe, et dont les ossements se trouvent, avec les silex taillés, dans les graviers des rivières et dans les cavernes.

Ces restes du travail des premiers hommes et de cette faune ancienne donnent une grande importance à l'étude des graviers et du régime des cours d'eau de cette époque. Comme aujourd'hui, ce régime devait être très différent suivant que le sol était perméable ou imperméable. Les cours d'eau des terrains granitiques du Morvan, des argiles liasiques de l'Auxois, des argiles et des sables argileux de la craie inférieure (Champagne humide, pays de Bray), terrains imperméables, éprouvaient des crues qui contrastaient certainement, par leur violence, avec celles des terrains perméables de l'oolithe de la Côte-d'Or, de la craie blanche de Champagne, des sables et des calcaires du Soissonnais et du Vexin, des sables de

Fontainebleau et des calcaires de Beauce, des argiles à silex drainées par la craie de la vallée de l'Eure.

Néanmoins, même dans ces derniers terrains, les crues des cours d'eau étaient bien plus violentes qu'aujourd'hui; elles étaient limoneuses dans les terrains les plus perméables, comme la craie, ce qui prouve que, même dans ces terrains perméables, les eaux pluviales ruisselaient à la surface du sol; jamais le fond des vallées n'était envahi par la tourbe. C'est un premier trait qui distingue de notre époque moderne ces premiers temps de l'histoire de l'homme. L'ère des grands cours d'eau de l'âge de la pierre est nettement séparée de l'ère des cours d'eau tourbeux.

C'est à partir de ce changement de régime des eaux que les instruments en silex se polissent, que commence la domestication des animaux, et, à proprement parler, la civilisation.

Je dois faire connaître encore d'autres lois fort simples, mais qui jouent un rôle capital dans le dépôt des terrains de transport; c'est parce qu'on n'a pas tenu compte de ces lois, que l'histoire de ces terrains est encore aujourd'hui si complètement embrouillée.

CHAPITRE VII.

Disposition des terrains de transport des vallées. — C'est sur la rive convexe des tournants des vallées et dans les anses que se sont formés les atterrissements où l'on trouve le plus grand nombre des ossements et des restes de l'industrie humaine de l'âge de la pierre.

Influence des tournants sur les atterrissements produits par les eaux courantes.

21. Dans les tournants des cours d'eau, le courant se porte contre la rive concave et tend à la corroder; les matières entraînées par l'eau, les sables, les graviers, les limons grossiers et les corps flottants, sont emportés par le courant réfléchi sur la rive convexe, et y forment des dépôts.

« Les rives concaves se corrodent, les rives convexes s'atterrissent; en général, « les ensablements d'une rive proviennent de la corrosion d'une rive concave im« médiatement supérieure.....

« Lorsque les sinuosités se succèdent en forme d'S, le courant semble se réflé« chir d'une concavité à celle de la rive opposée.....

« Les matériaux entraînés par le courant se déposent à quelque distance en « aval, et forment quelquefois des bancs au milieu du lit; d'autres fois, quand ils « viennent d'une rive concave, ils vont augmenter la rive convexe de la sinuosité « immédiatement inférieure[1]..... »

Cette loi, qu'on peut regarder comme élémentaire en hydraulique, est très importante dans l'étude des terrains de transport, puisque c'est sur la rive convexe des tournants que se portent non seulement les graviers et les limons, mais encore les corps flottants et les cadavres des animaux gonflés par les gaz. C'est donc sur la rive convexe des tournants, un peu à l'aval du sommet de la courbe, qu'on trouve le plus grand nombre des ossements de ces animaux, et cette loi se vérifie aussi bien dans l'âge de la pierre qu'aujourd'hui.

Seulement, le lit des cours d'eau occupait alors presque tout le fond de la vallée; aux mots *rive convexe, rive concave,* il faut donc substituer ces mots *coteau convexe, coteau concave.*

Cuvier et Brongniard ont très bien vu cette disposition du terrain de transport. Voici ce qu'ils en disent :

« Tantôt il forme dans les mêmes vallées des plaines étendues, assez élevées « au-dessus du lit actuel des rivières. Ces plaines sont ordinairement composées de

[1] Minard, *Cours de construction*, p. 13 et 14.

« cailloux roulés; elles descendent vers le lit des rivières, en forme de caps ar-
« rondis, qui correspondent presque toujours à un sinus à bord escarpé qui forme
« la rive opposée. »

Ces caps de terrains de transport sont très nombreux dans le bassin de la Seine, surtout dans la vallée même du fleuve, qui, on le sait, est extrêmement sinueuse dans la traversée des terrains tertiaires et de la Normandie.

En amont de Paris, ces sinuosités sont moins nombreuses. « De Paris à Moret, « ajoutent Cuvier et Brongniard, la Seine, étant beaucoup moins sinueuse, présente « aussi beaucoup moins de ces plaines d'atterrissement. »

Cependant on peut en citer encore un grand nombre, notamment les tournants de Samoreau, de Fontaine-le-Port, de Chartrette, de Melun, de Boissette, de Boissise, de Saint-Fargeau-sur-Seine, de Morsang, de Corbeil; dans tous ces tournants, les terrains de transport sont au pied du coteau convexe, surtout à l'aval du sommet de la convexité, et le fleuve moderne serre de près le coteau concave. Cette position du petit fleuve moderne indique la partie du lit du grand cours d'eau de l'âge de pierre où se portait la force du courant. Les terrains de transport, étant toujours au pied du coteau opposé, n'ont pu être remaniés depuis cette époque ancienne; quand la vallée est rectiligne, comme elle l'est entre Corbeil et le confluent de l'Orge, le fleuve se tient habituellement à peu près au milieu de la vallée, et le terrain de transport se trouve réparti presque également sur les deux rives.

Mais il arrive aussi quelquefois, dans ces parties rectilignes, que le cours d'eau décrit de nombreuses sinuosités sans loi apparente: ainsi, dans la grande plaine qui s'étend du confluent de l'Orge à Paris, les tournants de la vallée sont peu prononcés et ont été sans influence sur le régime du fleuve, qui divague au milieu de cette vaste plage de terrain de transport. Cependant on voit encore très nettement que le cap d'Ablon a rejeté le courant vers Villeneuve-Saint-Georges.

Dans la traversée de Paris, et en aval jusqu'à Rouen, les tournants deviennent très nombreux, et la loi formulée ci-dessus se vérifie sans exception.

C'est ce qui ressort du tableau suivant:

INDICATION des LOCALITÉS.	POSITION			
	DES COURBES.	DU COTEAU CONVEXE.	DU TERRAIN DE TRANSPORT.	DU FLEUVE MODERNE.
1	2	3	4	
Traversée de Paris.	Cap du Champ de Mars, du boulevard Saint-Michel aux fortifications, à Grenelle.	Rive gauche..	Sur la rive gauche, esplanade des Invalides, Champ de Mars, Grenelle.	Traverse les alluvions, du pont Royal au pont des Invalides, serre de près les coteaux de Chaillot et d'Auteuil.

INDICATION des LOCALITÉS. 1	POSITION			
	DES COURBES. 2	DU COTEAU CONVEXE. 3	DU TERRAIN DE TRANSPORT. 4	DU FLEUVE MODERNE. 5
A l'aval de Paris.	Cap du bois de Boulogne, du Point-du-Jour à Clichy.	Rive droite. .	Sur la rive droite, Billancourt, Boulogne, Sablonville, Levallois, Clichy.	Passe de droite à gauche, en traversant les terrains de transport de Billancourt à Issy, serre de près les coteaux de la rive gauche, de Sèvres à Asnières.
Saint-Denis. . .	Cap de Genevilliers, de Clichy à Chatou.	Rive gauche.	Sur la rive gauche, Genevilliers, Colombes, Nanterre.	Passe de gauche à droite, en traversant le terrain de transport de la plaine de Clichy, serre de près les coteaux de la rive droite à Saint-Denis, Épinay, Bezons, Carrières.
Bougival.	Cap du Vésinet, de Chatou à Carrières-sous-Bois.	Rive droite. .	Sur la rive droite, Chatou, Croissy, le Pecq.	Passe de droite à gauche en traversant le terrain de transport de la plaine de Nanterre, serre de près le coteau de Bougival et Saint-Germain sur la rive gauche.
Forêt de Saint-Germain.	Cap de St-Germain, de Carrières-sous-Bois à Poissy.	Rive gauche.	Sur la rive gauche, Maisons-Laffitte, forêt de Saint-Germain et plaine d'Achères.	Passe de gauche à droite et serre de près les coteaux de Sartrouville, Herblay, Conflans, Andrésy.
Poissy.	Cap de Chanteloup, de Poissy à Chanteloup.	Rive droite. .	Sur la rive droite, de Poissy à Chanteloup.	Passe de droite à gauche et serre de près le coteau de Poissy, Vienne, Médan.
Vaux.	Du cap de Chanteloup au confluent de la Mauldre.	Rive gauche .	Sur la rive gauche, plaine des Mureaux et des bois de la Garenne.	Passe de gauche à droite et serre de près les coteaux de Triel, Vaux, Meulan, Juziers.
Porcheville . . .	Du confluent de la Mauldre à Mantes.	Rive droite. .	Sur la rive droite, plaine de Porcheville.	Passe de droite à gauche, serre de près le coteau rive gauche, de Mézières à Mantes.
Mantes	Du confluent de Vaucouleurs à Rosny.	Rive gauche .	Sur la rive gauche, plaine de Mantes.	Passe de gauche à droite, serre de près le coteau de Limons et Dennemont.
Rolleboise. . . .	De Rosny à Mousseaux	Rive droite. .	Sur la rive droite, plaine de Guernes.	Passe de droite à gauche, serre de près les coteaux de Rolleboise et de Méricourt.
Moissons.	De Mousseaux à Freneuse.	Rive gauche.	Sur la rive gauche, plaine de Moissons.	Passe de gauche à droite, serre de près les coteaux de Vétheuil et de la Roche-Guyon.

INDICATION des LOCALITÉS. 1	POSITION			
	DES COURBES.	DU COTEAU CONVEXE. 3	DU TERRAIN DE TRANSPORT.	DU FLEUVE MODERNE. 5
Jeufosse.	De Freneuse à Portvillez.	Rive droite. .	Sur la rive droite, à l'aval de Bennecourt.	Passe de droite à gauche, serre de près les coteaux de Bonnières et de Jeufosse.
Portville.	De Portvillez au château de la Chartreuse.	. . . .	. . . .	Partie rectiligne, terrains de transport tantôt à droite, tantôt à gauche.
Gaillon	Du château de la Chartreuse à Thosny.	Rive droite. .	Sur la rive droite, plaine de Mousseaux.	Serre de près les coteaux de la rive gauche, du château de Tournebat à Thosny.
Les Andelys . . .	De Thosny à Muids. .	Rive gauche. .	Sur la rive gauche, plaines de la Garenne, de Bonnières.	Passe de gauche à droite, serre de près les coteaux des Andelys, la Roquette, etc.
Vironvay	De Muids à Herqueville.	Rive droite. .	Sur la rive droite, plaine d'Andé.	Passe de droite à gauche, serre de près les coteaux de Vironvay.
Amfreville	De Portejoie au confluent de l'Andelle.	Rive gauche. .	Sur la rive gauche, grande plaine de Poses.	Passe de gauche à droite, serre de près les coteaux d'Herqueville à Amfreville.
Pitres	De Pitres à Criquebeuf par Pont-de-l'Arche	. . . . .	. . . .	Partie rectiligne, alluvions tantôt à droite, tantôt à gauche.
Elbeuf.	De Freneuse à Oissel.	Rive droite. .	Sur la rive droite, plaine de Tourville.	Passe de droite à gauche, serre de près le coteau d'Elbeuf à Oissel.
Rouen. . .	Grand tournant d'Oissel à Petit-Couronne.	Rive gauche. .	Sur la rive gauche, plaine d'Oissel, St-Sever, etc.	Passe de gauche à droite, serre de près les coteaux de Belbeuf, Rouen, Dieppedalle.

Les points les plus élevés des caps d'alluvion désignés à la colonne n° 4, aussi bien que les plaines de graviers traversées par le fleuve dans les parties rectilignes de la vallée, sont à une médiocre hauteur au-dessus du fleuve moderne; ils font partie de ce que j'appellerai les bas niveaux.

La loi d'hydraulique que j'ai formulée en tête de ce chapitre se vérifie donc sans exception dans les vingt-sept tournants que présente la vallée de la Seine entre Fontainebleau et Rouen; toujours le terrain de transport se trouve, comme la théorie l'indique, sur le coteau convexe au sommet de la courbe et un peu à l'aval; partout le fleuve moderne serre encore de près le coteau concave si

évidemment corrodé par le fleuve de l'âge de la pierre. Ces caps d'atterrissement n'ont donc pas été remaniés depuis l'époque où ils se sont formés dans l'âge de la pierre : les terrains de transport y sont encore dans l'état où ils se sont déposés dans ces temps anciens.

Il n'en est pas de même dans les parties rectilignes, et rien ne prouve que le fleuve n'ait pas divagué à droite et à gauche de la position qu'il occupe encore aujourd'hui, remaniant ainsi les terrains de transport et détruisant les débris des corps flottants enfouis dans ces terrains.

Cette disposition des terrains de transport, si remarquable dans la vallée de la Seine, se retrouve dans les autres grandes vallées du bassin.

Ainsi la Marne moderne, en quittant les plaines de la Champagne, serpente sans loi apparente dans les terrains de transport de la partie rectiligne de la vallée, entre Épernay et Dormans. Mais, dès que la vallée devient sinueuse, le cap d'alluvion se dessine à la pointe du coteau convexe, et la rivière moderne serre de près le coteau concave de chaque tournant. Ces dispositions se vérifient sans exception à toutes les courbes de la vallée à partir de Dormans, notamment à Passy-sur-Marne, Jaulgonne, Chartèves, Château-Thierry, Nogent-l'Artaud, Pisseloup, Nanteuil, Méry, Saint-Aulde, la Ferté, Changis, Germigny, Vareddes, Trilport, Villenoy, Charmentray, Jablines, Dampmard, Nogent-sur-Marne, la Varenne-Saint-Maur. Il y a cependant quelques exceptions lorsque la saillie convexe du tournant est très longue et très mince, comme à Chézy-l'Abbaye et à Meaux; il est clair qu'en pareil cas le cap d'alluvion n'a pu se former à l'extrémité de cette pointe aiguë.

Les fosses dont la réunion forme la vallée d'Oise, entre les plaines de la Champagne et Creil (7), sont tellement larges que la rivière moderne y serpente sans règle apparente; mais, lorsque la vallée se resserre dans les terrains plus fermes du calcaire grossier, la loi des tournants se vérifie partout, notamment à Saint-Leu, Précy-sur-Oise, Bruyère, Beaumont, Champagne, l'Isle-Adam, Pontoise, Éragny, Vauréal et Conflans.

La colonne n° 4 du tableau qui précède fait connaître les plages de gravier où se trouvent les ossements de mammifères des bas niveaux de la vallée de la Seine en aval de Paris.

Dans toutes les localités où ces graviers ont été exploités sur une large échelle, à Grenelle, à Levallois, au Pecq, de nombreuses découvertes ont été faites. Mais, on le comprend sans peine, lorsqu'on s'éloigne de Paris, ces plaines de graviers ont été bien peu fouillées, et, par conséquent, les découvertes d'ossements fossiles y sont rares. Comme l'a fait remarquer sir Ch. Lyell, l'étude des terrains quaternaires est intimement liée à l'exploitation des sablières. Cette étude est donc encore peu avancée; il faut suivre patiemment ces lentes exploitations et enregistrer tous les faits, au moment même où le coup de pioche les met en évidence,

ou s'en rapporter à la probité de l'ouvrier qui a recueilli les ossements; car il est bien rare que l'explorateur mette lui-même la main sur une pièce précieuse.

Il n'en est pas de même dans les terrains stratifiés, marins ou lacustres; en général, les fossiles caractéristiques y sont beaucoup plus nombreux, et toutes les tranchées mettent la faune à découvert, non seulement au moment de l'exécution du travail, mais encore longtemps après.

Influence des anses ou échancrures des rives sur les mêmes dépôts.

22. Les anses ou échancrures des rives déterminent également le dépôt des alluvions et des corps flottants. C'est encore un fait dont tout le monde a le sentiment. On sait, d'après les expériences de Dubuat et de Venturi, que tout obstacle latéral à l'écoulement de l'eau détermine des tournoiements.

« Toute saillie ou renfoncement brusque dans le fond du lit ou sur les rives « donne lieu à des tournoiements, à des affouillements et à des atterrissements. « Ces effets ont d'autant plus d'intensité que la vitesse est plus grande.

« Toute anse tranquille, toute entrée de canal sans courant dans une rivière « rapide, est l'occasion d'une dépression, d'un tournoiement ou d'un remous, et « d'un atterrissement dans la partie rentrante; le tournant cylindrique ou conique « a un axe de rotation vertical; l'eau de la rivière y passe et y dépose les troubles « qu'elle charrie[1]. »

Les anses, dans les grandes vallées du bassin de la Seine, ont une position presque aussi bien déterminée que les caps d'alluvion des tournants dont nous venons de parler.

Lorsqu'une vallée est orientée du sud-est au nord-ouest ou s'écarte peu de cette orientation, le nombre des anses n'est pas considérable; mais, lorsque la vallée fait un angle prononcé avec cette direction, elle a été creusée par tourbillonnements et se compose d'une série de grands cirques (7). De là des anses nombreuses très favorables au dépôt des alluvions et des corps flottants. Telle est, par exemple, la vallée de la Marne entre Lizy-sur-Ourcq et Paris; et c'est à cette disposition qu'il faut attribuer le creusement des anses de Congis, Vareddes, Grégy, Fresnes, Pomponne, Brou, Chelles, Gagny, Rosny, Joinville-le-Pont, Montreuil.

La vallée de l'Oise, entre les plaines de la Champagne et la Seine, a été creusée dans les mêmes conditions : aussi se compose-t-elle d'une série d'anses qui se touchent pour ainsi dire; souvent même elles sont trop grandes pour que les dépôts d'alluvions aient pu s'étendre jusqu'au pied des coteaux. Telles sont, par exemple, les anses de Chevrières en face de Verberie, de Sacy-le-Grand en face de Pont-Sainte-Maxence, etc.

On trouve encore, outre ces grands cirques qui sont le résultat du mode de creusement des vallées, d'autres anses dans des conditions diverses, notamment

[1] Minard, *Cours de construction*, p. 30-31.

aux confluents de toutes les vallées secondaires. En pareil cas, le dépôt d'alluvion se forme habituellement entre les deux cours d'eau, si l'affluent est considérable; les deux courants se repoussent mutuellement, l'un à droite, l'autre à gauche. Il existe entre les deux, à peu près comme à l'aval d'une pile d'un pont, des eaux tranquilles dans lesquelles les sables et les corps flottants sont apportés par tourbillonnement, et il s'y forme un cap de terrain de transport, absolument comme sur la rive convexe des tournants.

Si l'affluent est petit, il ne modifie en rien les dispositions du lit du cours d'eau principal, dont l'alluvion rejette le lit secondaire vers l'aval. En temps de crue, les eaux de débordement refoulent le ruisseau et déterminent d'abondants dépôts de limon dans la vallée secondaire.

C'est surtout à l'origine de l'*âge de la pierre* que les anses ont joué un grand rôle dans le dépôt des alluvions et des corps flottants. Les lits des cours d'eau étaient alors mal dessinés; ils occupaient tout le fond des vallées, qu'il fût large ou étroit, et pénétraient dans toutes les érosions et échancrures des coteaux produites par les actions diluviennes.

Ces premiers lits étaient beaucoup plus élevés que les lits des cours d'eau modernes. Dans le travail d'abaissement, les graviers de ces hauts niveaux ont été presque entièrement emportés; ce qui en reste encore a été conservé surtout dans les anses, qui, par leurs dispositions, sont naturellement à l'abri de la violence des courants. On en trouve aussi quelques lambeaux sur les caps des tournants. Comme exemples de dépôts dans les anses, nous citerons, à Paris, les graviers des hauts niveaux de la plaine de Vincennes et de Montreuil, déposés dans l'anse comprise entre la pointe du cap sur lequel s'élève le fort de Nogent et le promontoire de Fontarabie, près de Charonne; en face, sur la rive gauche et à la même altitude, les sablières de l'anse de Vitry, ainsi que les graviers des bas niveaux du Marais, des quartiers bas de la rive droite à Paris, déposés dans l'anse comprise entre la pointe du cap Mazas et Chaillot.

On a figuré sur une carte de Paris (planche n° 3) les lambeaux des graviers des hauts niveaux, le cordon continu des terrains de transport des bas niveaux dans la traversée de Paris, les sablières en exploitation dans les graviers de l'anse de Montreuil, les graviers de l'anse de Paris, les caps d'alluvion du Champ de Mars et du bois de Boulogne, ainsi que le sillon du fleuve moderne. Ce sillon serre de près le coteau concave du tournant du Champ de Mars, entre Chaillot et le Point-du-Jour, laissant les terrains de transport sur la rive gauche; ensuite il traverse ces terrains de droite à gauche entre le Point-du-Jour et le bas Meudon, pour aller se coller contre le coteau concave du tournant du bois de Boulogne, entre le bas Meudon et Clichy, laissant les terrains de transport à droite. La figure dont il s'agit est donc une véritable démonstration.

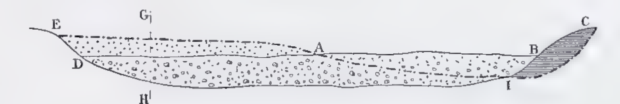
CHAPITRE VIII.

Lorsqu'une rivière modifie son lit, soit en le creusant, soit en l'élargissant, elle jette les matériaux qui proviennent de ce travail en d'autres points du lit, notamment dans les anses et sur la rive convexe des tournants. — Mode de transport des sables et des graviers. — Les limons et les sables peuvent rester en suspension dans l'eau douée d'une certaine vitesse; les graviers et les blocs voyagent au fond.

23. Le travail d'abaissement du lit d'un cours d'eau, lorsqu'il ne se produit que sur de médiocres hauteurs, donne lieu à une disposition bien simple des graviers des rives. Coupe théorique d'une sablière après le travail d'abaissement du lit d'un cours d'eau.

Lorsque le lit est stable, c'est-à-dire lorsque sa largeur et sa profondeur ne varient pas, la hauteur des graviers et des sables ne change pas sensiblement, même dans les anses et sur la rive convexe des tournants, où il y a tendance à alluvion. C'est ce qu'on voit partout dans la Seine actuelle; les dragueurs connaissent très bien les points où se forment les alluvions de graviers; ils savent que, si l'on enlève ces bancs, ils se reforment en peu de temps, souvent dans le cours d'un hiver, mais aussi que leur niveau reste presque invariable si l'on n'y touche pas.

DIAGRAMME N° 13.

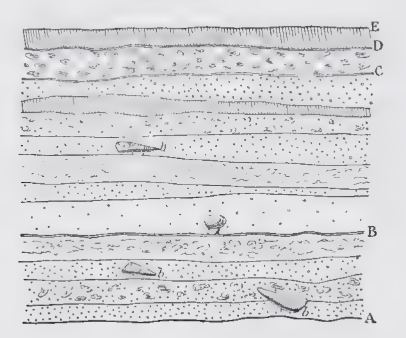


Mais, si la rivière modifie une partie ABC de son lit EDABC, soit en l'abaissant, soit en corrodant une des rives, elle transporte les matières extraites AIC à peu de distance, et augmente la hauteur des graviers du côté de la rive E, qu'elle n'attaque pas, surtout dans les anses, les échancrures des rives, et sur la rive convexe des tournants. Ce remblayement du lit est ce qu'on appelle *alluvion*, et, d'après nos lois françaises, l'alluvion appartient au riverain, quand elle s'élève au niveau de la rive; jamais elle ne dépasse ce niveau.

Les cours d'eau de l'*âge de la pierre* ont alluvionné de la même manière. La Seine et ses affluents ayant pour la plupart abaissé leur lit, comme on vient de le dire, ils en ont, en même temps, remblayé une partie en rejetant contre une des

berges, et quelquefois contre les deux, les graviers et les limons provenant du déblayement opéré dans la partie abaissée du lit. La coupe qui précède s'applique aussi bien à un cours d'eau de l'âge de pierre qu'à un cours d'eau moderne. Si donc on fait la coupe des graviers d'un ancien lit suivant la ligne G H, on trouve, non seulement à Paris, mais encore dans la plus grande partie du bassin, la disposition indiquée sur la figure suivante.

DIAGRAMME N° 14.



1° Au fond de la sablière, zones alternantes AB de graviers et de sables, qui, après leur dépôt, étaient au-dessous du niveau moyen des eaux de la rivière, et, par conséquent, tapissaient le fond du lit. Dans les anses, sur la rive convexe des tournants du fleuve, elles renferment souvent des ossements de grands animaux de race éteinte, des coquilles terrestres et fluviatiles et des silex taillés. Je donne le nom de *graviers de fond* à ces couches inférieures.

Si elles font partie d'un lit rectiligne ou si elles ont été déposées en plein courant, les ossements y sont rares. On y trouve quelques dents d'éléphant, de cheval, en général dépouillées de leur cément, ou d'autres ossements très durs; les coquilles terrestres ou fluviatiles y sont peu nombreuses. (Voir la quatrième partie de cet ouvrage.)

Cette première partie des graviers a rarement plus de 4 mètres de hauteur dans les sablières de Paris.

2° Au-dessus du gravier de fond, zones BC, que j'appellerai *alluvion*, composées de graviers en général de moins en moins volumineux, à mesure qu'on s'élève au-dessus du fond de la carrière, alternant avec des zones de sable et accidentellement avec des bandes de limon gris. L'alluvion, d'après la définition donnée ci-dessus, s'élevait au-dessus du niveau des eaux moyennes, et, par conséquent, comme dans nos cours d'eau modernes, ne faisait plus partie du lit. Lorsque l'alluvion atteint le niveau des rives, ses dernières couches se compo-

sent habituellement de sable terreux, dans lequel la végétation s'établit immédiatement; c'est un fait connu de tout le monde. M. de Mercey a donné le nom de *sable gras* à cette partie de l'alluvion; je conserve ce nom, qui me paraît excellent.

L'alluvion renferme rarement des silex taillés, plus rarement encore des ossements.

En réalité, il est impossible d'indiquer avec précision, dans une sablière, la ligne de séparation du gravier de fond et de l'alluvion, puisque nous ne connaissons pas le niveau des eaux moyennes. Je maintiens néanmoins, dans la pratique, cette division un peu hypothétique, parce qu'elle est commode, les ossements et les silex taillés ne se trouvant habituellement qu'au fond des carrières, au-dessous de l'alluvion.

3° Au-dessus de l'alluvion, zone CD, en général assez mince, de petits cailloux peu roulés. Cette zone se trouve aussi en dehors du lit et à peu de distance des rives de la plupart de nos grands cours d'eau modernes; les eaux de débordement, en rentrant dans le lit, enlèvent toutes les parties meubles ou sableuses, et laissent seulement des débris solides qui forment ainsi une zone de cailloux peu roulés.

4° Couche DE de limon de couleur ocreuse, relais des eaux de débordement. Pour bien comprendre ce dépôt, il faut se rappeler que l'alluvion rétrécissait le lit d'un côté, au fur et à mesure que le fleuve l'abaissait de l'autre, et formait ainsi une berge nouvelle de plus en plus éloignée de la berge primitive. Les eaux de débordement recouvraient cette plage de gravier, qui ne faisait plus partie du lit, et y déposaient une couche de limon, absolument comme nos cours d'eau modernes, lorsqu'ils débordent sur les plaines voisines de leur lit.

Je donne le nom de *gravier* et de *limon de débordement* à ces zones supérieures CD et DE des sablières.

On a méconnu jusqu'ici cette loi du remplissage du lit des cours d'eau de l'âge de la pierre, loi bien simple, et qui se vérifie dans toutes nos rivières modernes. Aussi, jusqu'à présent, on n'avait pas donné d'explication satisfaisante de la disposition du terrain de transport des vallées; on a appliqué le nom de *diluvium gris* aux zones inférieures que j'appelle *gravier de fond*, et même à l'alluvion. Il est arrivé, dans certains cas qui seront déterminés plus loin, que le limon de débordement a pénétré dans l'alluvion et quelquefois jusqu'au gravier de fond; on a donné alors le nom de *diluvium rouge* à ces graviers rougis.

Je repousse d'abord le mot *diluvium*.

Les graviers du fond des vallées et des basses terrasses ont certainement été déposés originairement, pour la plus grande partie, par les courants diluviens qui creusaient les vallées (15).

A priori, on est disposé à admettre qu'ils n'ont pas été remaniés, et que les animaux dont nous retrouvons les ossements mêlés aux couches de graviers existaient avant le cataclysme diluvien et ont tous été détruits par lui.

Voici les faits qui prouvent, suivant moi, que les relais diluviens des basses terrasses et du fond des vallées ont été remaniés par les cours d'eau, qu'ils sont devenus fluviatiles, et que les animaux dont nous y trouvons les débris ont vécu *postérieurement* et non *antérieurement* à ce cataclysme diluvien :

1° Sur les hautes terrasses où le remaniement n'a pu se produire, les relais diluviens se composent d'un mélange confus de boue et de débris de toute sorte très peu roulés, provenant surtout de la destruction des roches voisines (14); sur les basses terrasses et au fond des vallées, les zones de cailloux, aux angles émoussés et même roulés, alternent avec des zones de sable de rivière très pur, indiquant une longue action des eaux courantes.

2° Le nombre considérable de silex taillés qu'on trouve dans les graviers de fond de certaines sablières, leur état de conservation à peu près parfait, prouvent qu'ils y ont été apportés par l'homme et non par un courant d'eau violent.

3° Je démontrerai, dans la quatrième partie de cet ouvrage, que la présence des ossements, au milieu des graviers des basses terrasses et du fond des vallées, ne peut se justifier par une invasion d'eau diluvienne.

4° La rareté des ossements humains parmi les débris prouve que l'homme savait, par son intelligence, échapper à la destruction qui frappait les autres animaux, ce qui n'aurait point eu lieu dans le cas d'une invasion d'eau diluvienne qui aurait recouvert toute la contrée.

5° Les grottes d'Arcy, dans lesquelles ont vécu plusieurs des animaux de l'âge de la pierre, sont situées au-dessous du niveau des graviers et des sables des hautes terrasses. Par conséquent ces animaux ont vécu après le phénomène diluvien, ou fluviatile, qui a abaissé la rivière au-dessous du niveau de ces terrasses.

6° Les coquilles fluviatiles et terrestres, qu'on trouve en si grande abondance dans la partie moyenne et inférieure de certaines sablières, prouvent que jamais ces sablières n'ont été soumises à une action violente des eaux.

Je me borne à cet énoncé, dont chaque partie sera développée dans le cours de cet ouvrage. Il suffit pour prouver que les noms *diluvium gris*, *diluvium rouge*, sont impropres et doivent être rejetés.

Cette loi de l'alluvionnement, que j'ai cherché à formuler ci-dessus, est rigoureusement exacte toutes les fois que l'abaissement du lit du cours d'eau se fait sur de petites hauteurs à la fois, comme nous le voyons dans les lits des bas niveaux de la Seine. Il est impossible, en pareil cas, que les graviers déplacés ne soient pas jetés le long d'une des berges, principalement dans les anses ou sur la rive convexe des tournants, et quelquefois le long des deux berges dans les parties rectilignes.

Mais il n'en est plus ainsi, lorsque l'abaissement se fait sur une grande hauteur et que le cours d'eau tombe en cascade. Il est clair, en pareil cas, que les graviers déplacés ne sont pas jetés sur les parties abandonnées du lit; ils sont précipités en bas de la cascade, et l'alluvion BC ne peut se former. Alors les

couches CD et DE du gravier et du limon de débordement reposent directement sur le gravier de fond. Les sables gras de l'alluvion manquant, le limon de débordement a pénétré, par infiltration, jusque dans le gravier de fond.

Mode de déplacement des bancs de gravier, de sable, et des blocs qui s'y trouvent accidentellement entremêlés.

24. Enfin il n'est pas inutile de rappeler comment voyagent les graviers et les sables dans les cours d'eau.

Ils ne se déposent pas en couches minces s'accumulant les unes au-dessus des autres comme les strates des terrains marins.

« Dubuat, ayant garni le fond d'un canal en bois de gros sable, a remarqué « qu'il était emporté en tourbillons quand la vitesse était de $0^m,50$, mais que, « lorsqu'elle dépassait seulement $0^m,30$, la superficie du sable se ridait souvent « en petits sillons perpendiculaires au courant. Les grains de sable les franchis- « saient, en roulant sur le talus d'amont et descendant de leur propre poids sur « le talus d'aval.

« Le sable aurait parcouru une demi-lieue par an; du sable plus fin, avec une « vitesse de $0^m,60$, aurait parcouru trois lieues et demie par an.....

« J'ai presque toujours vu ces rides au sommet des dunes de Gascogne, dans « la partie exposée au vent..... Un courant d'eau doit produire les mêmes effets « qu'un courant d'air [1]. »

Rien ne donne mieux, en effet, l'idée du mode de transport du sable dans les cours d'eau dont la vitesse est modérée que le déplacement du sable des dunes. On ne peut nier d'ailleurs le déplacement des sables dans nos cours d'eau; depuis des siècles, les dragueurs en enlèvent des quantités considérables dans la traversée même de Paris, et, à la première crue, les excavations qu'ils produisent sont comblées.

Mais le déplacement du gravier volumineux n'est pas aussi facile à comprendre. Il est certaines rivières, comme la Seine à Paris, qui n'en transportent pas de plus gros que la grève qui sert à sabler nos allées de jardin. On a donc souvent nié le transport du gros gravier; mais aujourd'hui on a la certitude qu'il voyage dans les rivières plus violentes que la Seine, qu'il franchit même les barrages.

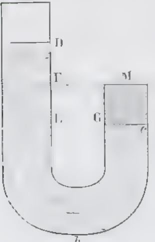
« Quant aux cailloux, dit M. Minard, on a la preuve qu'ils franchissent les bar- « rages artificiels, puisqu'on en trouve, après les crues, qui sont logés dans les « fentes des glacis. »

M. Minard cite le barrage de Villemur, qui s'élève à 4 mètres au-dessus du fond du Tarn, et dont la crête, en pierre de taille, est cannelée par le passage des cailloux. Ces cannelures sont demi-cylindriques et ont de 3 à 25 centimètres de profondeur [2].

Le déplacement des blocs n'est pas plus difficile à comprendre que celui des

[1] Minard, *Cours de construction*, p. 10. — [2] *Ibid.*, p. 18.

DIAGRAMME N° 15.



sables; c'est une question de vitesse. On peut s'en rendre compte par un calcul bien simple.

Soient *abc* un tube creux disposé en siphon renversé, M un bloc de silex pesant 2,700 kilogrammes par mètre cube plein, d'une section égale à celle de la courte branche et la fermant hermétiquement. Si l'on verse de l'eau dans le tube, le bloc M fera équilibre à la colonne DE de liquide, lorsque la hauteur EF du bloc sera égale à l'expression $\frac{10DE}{27}$. Les hauteurs de la colonne DE, les vitesses correspondantes de l'eau et les hauteurs du bloc sont données dans le tableau suivant :

HAUTEURS *DE* de LA COLONNE D'EAU.	VITESSE QUI EN RÉSULTERAIT si l'eau sortait librement par l'orifice *c* en vertu de la hauteur *DE*. 2	HAUTEUR CORRESPONDANTE DU BLOC *M* en supposant l'équilibre établi. 3
0 ,001	0m,14	0m,0004
0 ,002	0 ,20	0 ,0007
0 ,0046	0 ,30	0 ,0017
0 ,0082	0 ,40	0 ,0030
0 ,0127	0 ,50	0 ,9047
0 ,0184	0 ,60	0 ,0068
0 ,0250	0 ,70	0 ,0092
0 ,0326	0 ,80	0 ,0121
0 ,0413	0 ,90	0 ,0153
0 ,0510	1 ,00	0 ,0189
0 ,0734	1 ,20	0 ,0272
0 ,0999	1 ,40	0 ,0370
0 ,1305	1 ,60	0 ,0484
0 ,1651	1 ,80	0 ,0611
0 ,2039	2 ,00	0 ,0754
0 ,3186	2 ,50	0 ,1179
0 ,4588	3 ,00	0 ,16$_6$8
0 ,8156	4 ,00	0 ,302
1 ,2744	5 ,00	0 ,472
1 ,8351	6 ,00	0 ,680
2 ,4978	7 ,00	0 ,925

Il est évident que le bloc se soulèvera, comme un bouchon de liége, sous l'effort résultant des hauteurs d'eau inscrites dans la colonne n° 1, si sa hauteur n'est pas égale, au moins, aux nombres inscrits dans la colonne n° 3.

Si maintenant, au lieu de supposer l'équilibre, nous admettons que l'eau soit en mouvement et animée des vitesses dues aux hauteurs DE, qui sont inscrites dans la colonne n° 2, et que la courte branche soit remplie de gravier, il est clair encore que l'eau chassera tumultueusement tous les fragments dont la hauteur

n'excédera pas les nombres de la colonne n° 3 correspondant à la vitesse dont elle est animée.

Supposons la courte branche inclinée vers la droite; l'eau chassera encore plus facilement le gravier, puisqu'elle n'aura à vaincre qu'une composante du poids moindre que le poids lui-même.

Nous pouvons encore supposer que l'eau arrive librement contre ce plan incliné, animée d'une des vitesses inscrites dans la colonne n° 2; nous avons la certitude qu'elle poussera, en montant, des blocs ayant des dimensions plus grandes que celles inscrites dans la colonne n° 3, non seulement parce que la résistance n'est qu'une composante du poids des blocs moindre que ce poids, mais encore parce que l'immersion dans l'eau diminue ce poids de plus d'un tiers.

D'après cela, l'eau mettrait en mouvement sur un plan incliné montant, avec une vitesse de $0^m,14$ à $0^m,15$, les limons grossiers de plus de $0^m,0004$ de grosseur; avec une vitesse de $0^m,20$, les sables fins de plus de $0^m,0007$; avec une vitesse de $0^m,30$, les sables de rivière de plus de $0^m,0017$; avec une vitesse de $0^m,70$, les petits graviers de nos allées de jardin, dont la grosseur est d'environ $0^m,0092$. Ces chiffres sont justifiés par les expériences de Dubuat.

On n'a pas d'expériences pratiques s'appliquant à des blocs d'une plus grande épaisseur; mais on peut, par analogie, admettre l'exactitude des chiffres du tableau qui précède. On sait encore que les limons et les sables fins seuls voyagent en suspension dans l'eau; les gros sables et les petits graviers peuvent être enlevés en tourbillons à une certaine distance, mais les gros graviers et les blocs voyagent toujours au fond du lit.

Dans le tableau qui précède, on a supposé que l'eau agissait par sous-pression, et c'est le cas où elle atteint son maximum d'action. Lorsque le fond du lit est plat et uni, l'action du courant est bien diminuée; rien ne lui faisant obstacle, il entraîne seulement les limons et les sables. Les graviers restent enchevêtrés les uns dans les autres, plaqués au fond du lit, même lorsque la vitesse du courant est plus grande qu'il ne faut pour les entraîner. C'est ainsi que la Seine, à l'aval de Paris, ne déplace jamais de galets plus gros que la grève de nos allées de jardin, quoique sa vitesse atteigne, dans certains cas, $1^m,40$ et plus.

Mais, lorsque ces graviers, par une cause quelconque, forment des bancs plus ou moins épais qui, par conséquent, font obstacle au courant, la masse entière peut se mettre en mouvement; le banc est attaqué soit en amont, soit latéralement. Le sable part d'abord, franchit en roulant le talus rapide d'amont, et, par l'effet de la gravité, s'étend en longues zones sur le talus d'aval. Le gravier plus volumineux se déplace ensuite de la même manière; le banc voyage ainsi, comme une dune sous l'action du vent.

C'est par ce procédé que je fais voyager les sables des égouts de Paris. Lorsqu'on les abandonne à l'action de l'eau, ils s'étalent sur les radiers et ne se

déplacent pas; avec des bateaux et des wagons portant des vannes mobiles qui embrassent la cunette des égouts et sont percés de trous par lesquels l'eau s'échappe, avec une vitesse qui n'excède guère 2 ou 3 mètres par seconde, on détermine des affouillements dans les bancs, et le mouvement des dunes s'établit.

Ceci fait comprendre comment ont voyagé les blocs énormes de grès et de meulières qu'on trouve surtout dans les graviers de fond des plus anciens lits de l'âge de pierre. Ces blocs, comme on l'a dit ci-dessus, ont été entraînés dans les grandes vallées par les courants diluviens; ils ont ainsi parcouru des distances considérables, déplacés par affouillement avec le sable et les cailloux.

En avant des petites vannes de nos bateaux et de nos wagons des égouts, on voit souvent voyager des blocs de meulière de plus d'un décimètre cube.

L'eau déplace donc très facilement les blocs qui sont disséminés dans un banc de gravier ou de sable, lorsque ce banc est en mouvement. J'en ai vu un exemple remarquable, à la suite des grandes crues de 1866. Le chemin de fer d'Auxerre à Laroche traverse l'Armançon, un des plus violents affluents de l'Yonne. Les ingénieurs ont construit sur cette rivière un pont de six arches, dont quatre sont destinées à débiter les eaux de débordement, car deux arches représentent la largeur habituelle du lit. On a donc élargi le lit sur quelques centaines de mètres en amont et en aval pour le mettre en relation avec les quatre arches complémentaires. Mais la rivière obstinée remplit, presque à chaque crue, jusqu'au niveau des berges cet excès de largeur qui ne lui est pas nécessaire. La Compagnie, non moins obstinée, a établi une carrière de ballast dans le lit, et emporte, à la suite des crues, les bancs de gravier déposés par les eaux.

Suivant l'usage, le pied des piles du pont est défendu par des enrochements disposés en talus; ces enrochements sont composés de moellons ayant à peu près de 20 à 40 centimètres dans leur plus grande dimension.

Il semble que ces blocs, placés sous un pont trop large, ne devraient jamais être entraînés par l'eau; et cependant le chef de section du chemin de fer, qui m'accompagnait dans la visite des lieux que je fis à la suite de la crue de 1866, m'affirma que, *toutes les fois que la rivière remplissait l'excès de largeur du lit avec du gravier, elle emportait les enrochements des piles, et qu'on trouvait les blocs disséminés çà et là dans le sable déposé en aval du pont.*

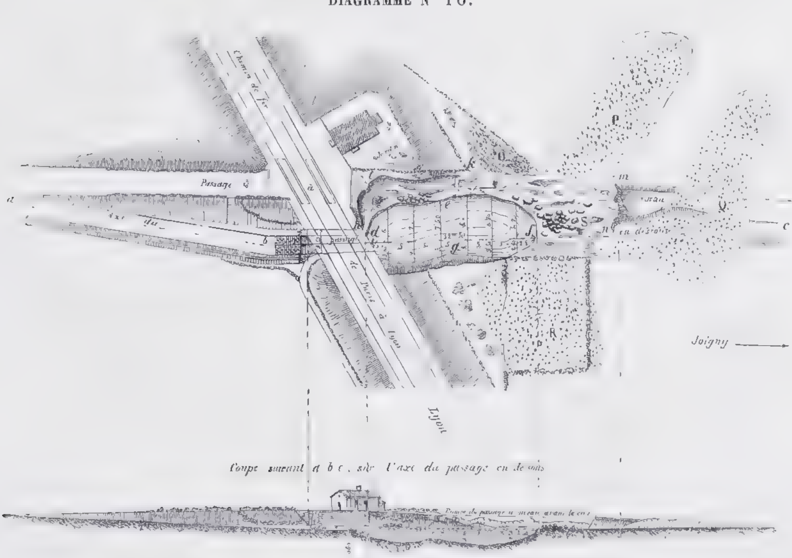
Ce fait, qui semble, au premier abord, inexplicable, est très facile à comprendre, d'après la théorie exposée ci-dessus. Les bancs de gravier que le torrent destine à remplir l'excès de largeur du lit à l'aval du pont passent d'abord sous ce pont, entraînés par affouillement; les enrochements des piles deviennent alors une partie intégrante de ces bancs, et sont emportés comme eux.

Rien ne peut donner une idée plus nette du mode de transport des gros blocs qui voyageaient au fond des vallées, avec le long cordon de détritus de toute sorte que les eaux diluviennes entraînaient en creusant ces vallées.

Lorsqu'un bloc un peu volumineux est plaqué au fond d'une rivière à faible pente, il n'est jamais déplacé par l'eau, à moins que le lit lui-même ne soit affouillé. *S'il y a affouillement, il est bien rare que le bloc ne soit pas déplacé dans le sens du courant, et qu'il ne tombe pas au fond de l'excavation, en restant dans la même ligne verticale.*

Dans les chutes de pont, dans les excavations produites par les grandes crues des fleuves, les matériaux de construction sont souvent transportés à de grandes distances. Ainsi le barrage de Meulan, sur la Seine, ayant été emporté par suite de la négligence du garde, les blocs énormes qui formaient le radier furent trouvés à plus de 50 mètres en aval du barrage. La crue de la Loire, en 1866, coupa le chemin de fer latéral en divers points; la gare d'Amboise notamment fut emportée : on trouva, après le retrait des eaux, une vaste excavation à la place des bâtiments d'exploitation.

DIAGRAMME N° 16.



defg, excavation d'une profondeur moyenne de 2m,65 au-dessous de la chaussée du passage en dessous. — *hikmn*, excavation dans la rampe du passage à niveau. — Rupture *totale* entre *k* et *m*. — OPQR, dépôts de sable, graviers et terres argileuses sorties des excavations. — S, moellons de pavage sous le viaduc.

(L'eau était à 0m,85 en contre-bas des rails du côté de Chanvres, et à 2m,42 du côté de Joigny. La dénivellation était donc de 1m,57. Le pavage sous le viaduc a été emporté sur 4 mètres de longueur (voir la coupe ci-dessus). La profondeur moyenne, en cet endroit, est de 0m,30. Les fondations des pieds-droits n'ont aucunement souffert.)

Mais il est difficile, à la suite de ces grands désastres, de se rendre compte du

mode d'action des eaux. Je crois que le diagramme qui précède donnera une idée plus nette de ce qui se passe en pareil cas.

L'Yonne, dans cette même crue de 1866, était débordée et couvrait, sur plusieurs kilomètres de largeur, en amont de Joigny, les parties basses de son lit de l'âge de la pierre. La levée du chemin de fer de Lyon qui traverse cette large plaine faisait obstacle au libre cours de l'eau, qui s'échappait avec violence, par tous les passages ménagés sous cette levée, à la rencontre des routes et des chemins, et y a produit de grands affouillements.

Le diagramme qui précède représente l'excavation qui a détruit le chemin de grande communication de Joigny à Chauvres. Non seulement l'eau a emporté ce chemin, en creusant la fosse *defg*, et en jetant en PQR les graviers qui en provenaient, mais *elle a encore transporté en* S, *c'est-à-dire en leur faisant traverser toute l'excavation, les pavés du passage* b d.

Il est à remarquer que les vallées étaient toujours violemment affouillées, lorsque les blocs y voyageaient pêle-mêle avec le gravier; nous avons déjà vu qu'il en était ainsi à l'époque diluvienne (chap. III et V), et je ferai voir qu'il y avait toujours affouillement (chap. XI et XII) lorsque les graviers volumineux, devenus fluviatiles, étaient déplacés par les cours d'eau.

Le transport des blocs s'est donc fait en vertu d'une loi très naturelle, et il n'est nullement nécessaire de faire intervenir des actions extraordinaires, par exemple celle des glaces, comme l'ont fait les géologues anglais, pour l'expliquer.

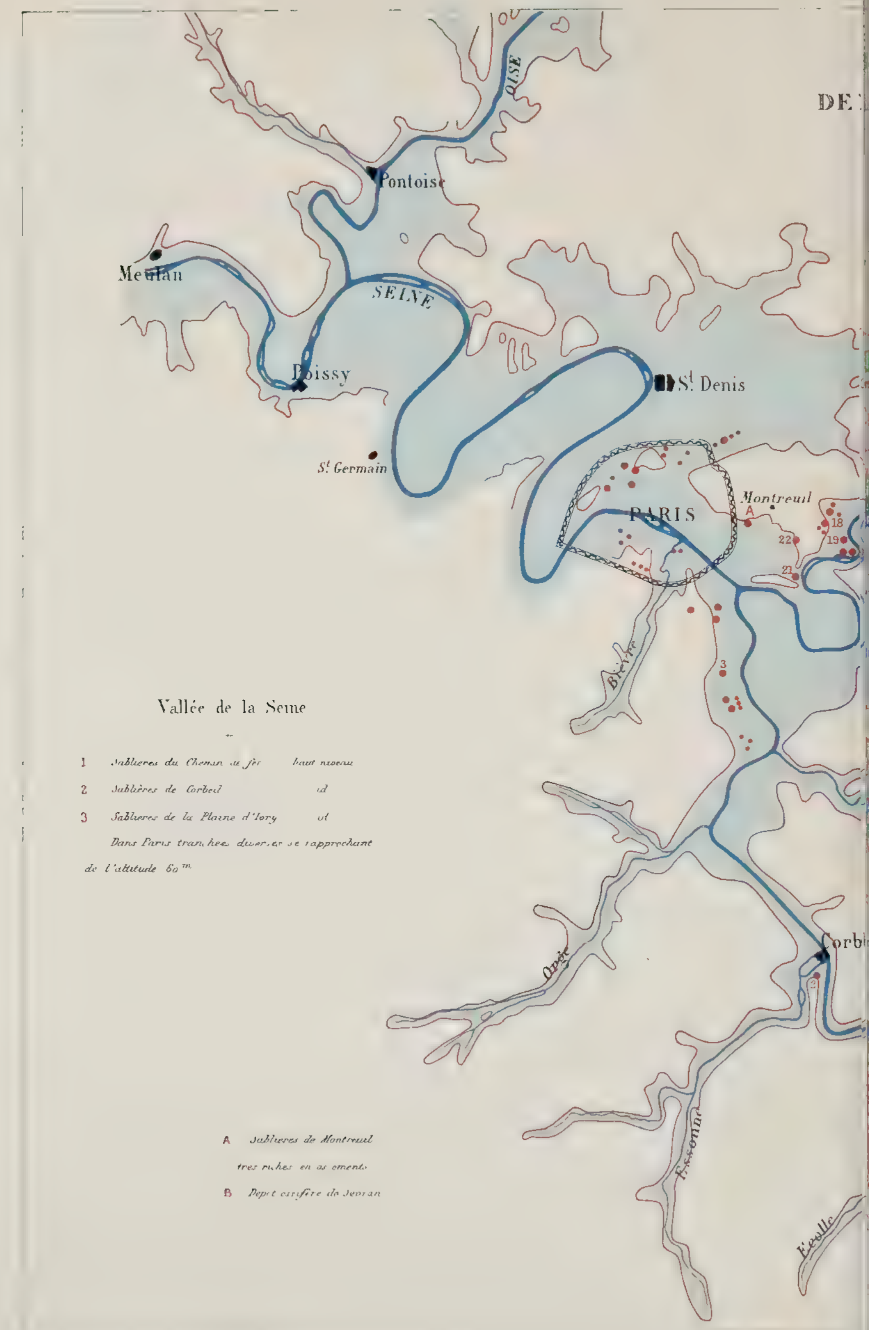
En résumé, les limons restent en suspension dans l'eau quand la vitesse dépasse $0^m,15$ par seconde. Au-dessous de cette limite, les parties les plus grossières se déposent rapidement. Les matières plus ténues s'abaissent en nuages, d'autant plus lentement qu'elles sont plus légères. Les argiles très fines peuvent rester en suspension pendant plusieurs jours dans une eau dépourvue de tout mouvement. (Voir ci-dessus, 16.)

Les sables fins commencent à se déplacer quand la vitesse de l'eau atteint $0^m,20$ (Dubuat); le gros sable, quand la vitesse dépasse $0^m,30$ (*ibid.*).

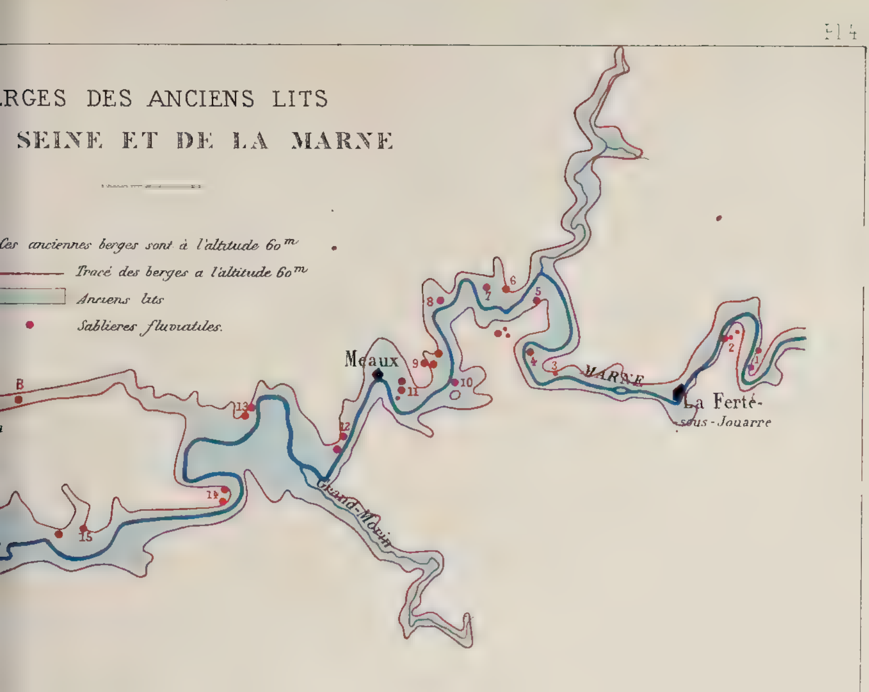
Les petits graviers qui servent à sabler nos jardins sont entraînés de nos jours dans la Seine, à Paris, par des crues dont la vitesse est comprise entre $0^m,70$ et $1^m,50$, et ainsi de suite, le déplacement des gros graviers se comprenant par induction, comme le dit M. Minard, en supposant une augmentation suffisante de vitesse.

Ces lois étant admises, revenons à nos cours d'eau de l'âge de pierre.

LA SEINE AUX



Gravé chez J. Wuhrer, 4, rue de l'Abbé de l'Épée, 4





Vallée de la Marne

1	Sablières en face de Luzancy	haut niveau
2	du Saussoy	
3.4	de Changis	haut niveau
5	d'Isles-les-Meldeuses	id
6	de Villers-les-Rigault	id
7	de Congis	
8	de Vareddes	
9	de Poincy	haut niveau
10	de Trilport	id
11	de Meaux	
12	de Villenoy	haut niveau
13	de Précy	id
14	Tranchée de Dampmard	id
15	Sablières de Brou	id
16	du Chenay	id
17	de Gagny	id
18	de Rosny	id
19	du Perreux	id
20	de Brie-sur-Marne	
21	de Joinville-le-Pont	haut niveau
22	Tranchée du Chemin de fer de Vincennes	id

Imp. Becquet, Paris.

CHAPITRE IX.

Graviers des hauts niveaux. — La Seine, à Paris, a coulé à l'altitude de 63 mètres, à 37 mètres au-dessus de son niveau actuel. — Les lits des hauts niveaux de la Seine, de la Marne et de l'Oise sont presque sans pente dans la traversée des terrains tertiaires et de la craie normande. — Marais de la plaine Saint-Denis.

Ancien lit de la Seine et de la Marne dans la traversée des terrains tertiaires en amont de Paris. Graviers des hauts niveaux.

25. Les cours d'eau qui succédèrent immédiatement au cataclysme diluvien n'avaient point de lit régulier et couvraient tout le fond des vallées, resserrés dans les terrains durs, étendus en grands marécages dans les terrains mous.

Ils ont peu à peu modifié cet état primitif, en remaniant les détritus accumulés au fond des vallées, en abaissant leur niveau et en y creusant des lits réguliers. Mais, dans ce travail de remaniement, il y a eu une partie de ce lit primitif qui n'a pas dû changer sensiblement : c'est la ligne d'intersection du plan de la surface de l'eau avec le terrain de chaque côté des vallées.

Si donc, dans une localité donnée, on connaissait un point de cette ligne d'intersection, on pourrait, en traçant sur une carte une ligne de niveau longeant les deux flancs de la vallée, à l'altitude de ce point, reconstituer, pour cette localité, les limites de l'ancien lit, et, en faisant le même travail de distance en distance, le long d'une vallée, on aurait le plan presque exact du terrain recouvert par les crues les plus élevées.

Il est difficile d'avoir exactement la position des points d'affleurement de l'eau; mais on peut, sans erreur bien sensible, les remplacer par le point le plus élevé de la couche de gravier de l'ancien lit. C'est ainsi que j'ai tracé, sur la carte du Bureau de la Guerre, les anciens lits de la Seine et de la Marne en amont de Paris, dans la traversée des terrains tertiaires.

Lorsqu'on étudie la disposition des lits successifs de la Seine dans Paris, on trouve que le plus ancien et le plus élevé a laissé sa trace sur les hauteurs de la plaine de Montreuil, à l'altitude de 55 mètres, de la terrasse d'Ivry, de l'ancienne barrière d'Italie et de l'ancienne barrière de Vaugirard, à l'altitude de 60 et même de 63 mètres : le niveau d'étiage actuel est à l'altitude de $26^{m},25$, ce qui donne une différence de niveau d'environ 29 à 37 mètres entre les lits les plus élevés et le plus bas.

C'est donc à l'altitude de 60 mètres que j'ai tracé les deux limites du lit primitif de la Seine et de la Marne, et j'ai poussé ces lignes de niveau en amont de

Paris jusqu'à la Ferté-sous-Jouarre, dans la vallée de la Marne, et dans celle de la Seine, jusqu'à Corbeil. En aval, elles s'arrêtent vers Meulan.

J'ai été conduit à adopter ce tracé, parce que toutes les sablières de la vallée de la Marne, entre la Ferté-sous-Jouarre et Paris, sont situées au-dessous de l'altitude de 60 mètres; c'est ce qu'on peut reconnaître en examinant la planche n° 4, où la position des sablières à niveau élevé est indiquée. Je n'ai pas fait un travail aussi complet pour la Seine; mais je profiterai de l'exécution des travaux de l'aqueduc de la Vanne pour le terminer.

Je donne aux lambeaux de graviers qu'on trouve à ces limites supérieures le nom de *graviers des hauts niveaux*, adopté par M. Prestwich.

C'est un simple essai, bien informe encore; mais il me paraît indispensable, pour bien étudier les terrains de transport remaniés par les anciens cours d'eau, de tracer ainsi leurs limites supérieures.

On détermine ainsi, non pas la pente exacte, mais une limite approchée de la pente du cours d'eau, la forme des anses ou échancrures des rives, de la rive convexe des tournants où les corps flottants se déposaient, où le courant perdait sa vitesse, et, par conséquent, où les mollusques fluviatiles ont pu vivre et leurs délicates coquilles se conserver. On obtient aussi de cette manière les contours des anciens marais qui, après le cataclysme diluvien, ont dû se former au fond des larges vallées des terrains mous, et les limites des eaux refoulées dans les vallées secondaires.

Les courbes de niveau de la carte au $\frac{1}{40000}$ du Bureau de la Guerre m'ont donné un moyen simple et pratique de tracer les limites des graviers des hauts niveaux. (Planche n° 4.)

On est fort étonné, en examinant les sablières des hauts niveaux de la vallée de la Marne, entre Paris et la Ferté-sous-Jouarre, qu'elles soient toutes au-dessous de l'altitude de 60 mètres, c'est-à-dire plus basses que celles de Paris, qui s'élèvent jusqu'à l'altitude de 63 mètres, vers le magasin à fourrages, à Vaugirard. Il a été établi (23) que le niveau supérieur des sablières correspondait, non pas à la hauteur de l'eau ni au fond du lit, mais à la crête des berges du fleuve, dont la hauteur est constamment variable, comme chacun sait; l'anomalie signalée n'est donc qu'apparente.

Les limites du lit, tracées sur la planche n° 4, donnent les contours des anses, fosses et marais, que le fleuve de l'âge de pierre devait recouvrir dans l'origine. Ainsi cette planche fait voir, dans la vallée de la Marne, la grande fosse de Jablines que le courant diluvien de la vallée du Grand-Morin a creusée, lorsqu'il a été arrêté dans son action destructive par le massif calcaire de l'Île de France et du Valois.

Les anses de Brou, Chelles, Villemomble, Rosny, Nogent, Montreuil, où les corps flottants, et notamment les cadavres des animaux noyés, venaient tour-

noyer et atterrir, sont aussi très nettement indiquées. On voit, depuis Chelles jusqu'à l'Oise, la direction sud-est nord-ouest du courant qui creusait la vallée de Montmorency, marquée par la coupure de Villemomble, les limites du marais de la plaine Saint-Denis, etc.

Les eaux des vallées secondaires de l'École, de l'Essonne, de l'Orge, de l'Yères, de la Bièvre, de l'Ourcq, du Grand-Morin, de la Beuvronne, etc., étaient refoulées à de grandes distances par les eaux de la Marne et de la Seine; ces rivières devaient donc être presque entièrement dépourvues de vitesse, ce qui explique les épais dépôts limoneux qu'on trouve, à flanc de coteau et au-dessous de l'altitude de 60 mètres, à leur débouché, notamment au débouché des vallées de l'Orge et de la Bièvre. Les limons, tenus en suspension en temps de crue, devaient nécessairement se déposer, lorsque la vitesse d'écoulement tombait au-dessous de $0^m,15$ par seconde.

Il est quelques-unes de ces vallées, notamment celle de l'Essonne, où je n'ai pas vu de dépôt limoneux. Si elle en est réellement dépourvue, cela prouverait que les eaux de cette rivière étaient, dans les temps de l'âge de pierre, à peu près constamment limpides, comme elles le sont encore aujourd'hui; mais c'est un fait à vérifier.

La courbe horizontale tracée sur la planche n° 4, à l'altitude de 60 mètres, traverse la vallée de la Marne, entre la Ferté-sous-Jouarre et Château-Thierry, vers Chezy-l'Abbaye : entre Paris et ce point, toutes les sablières sont renfermées entre les deux lignes tracées à droite et à gauche de la rivière moderne.

Je puis citer notamment, en descendant, à partir de Château-Thierry, les sablières d'Azy, Charly, Drachy, Méry, Luzancy, Courtaron, Ussy, Changy, Isles-les-Meldeuses, Villers-les-Rigaults, Congis, Varrèdes, Poincy, Meaux, du canal de l'Ourcq en face de Mareuil, de Charmentray, Précy, Dampmard, du bois de la Fontaine, de Brou, du Chenay, de Nogent-sur-Marne, Joinville-le-Pont, Montreuil, qui sont marquées sur ma planche.

Il paraît certain qu'il en est de même dans la vallée de la Seine, entre Paris et Moret; mais je n'ai pu faire encore la vérification complète.

Dans la vallée de l'Oise, les limites des hauts niveaux, tracées à l'altitude de 60 mètres, passent par les sablières de Viry-Noureuil, entre la Fère et Chauny.

En amont de ces trois points, les hauts et les bas niveaux sont confondus, dans tout le reste de la traversée des terrains tertiaires, jusqu'à la craie blanche de la Champagne.

On retrouve les hauts niveaux dans la traversée de la craie de la Champagne et des terrains jurassiques de la Bourgogne, ainsi que je le montrerai plus loin. Il n'est pas possible de tracer leurs limites à l'aval de Meulan, parce que la vallée devient trop large dans la traversée de la craie normande. Il est probable, néanmoins, qu'elles se maintenaient à l'altitude de 60 mètres, car on trouve des limons

et des graviers fluviatiles à cette altitude de 60 mètres, à Mantes-la-Ville (limons); à l'altitude de 58 mètres au-dessus du contrefort de Venables, près du tracé du souterrain du chemin de fer de Rouen (graviers et sables), et à l'altitude de 48 mètres au-dessus du contrefort de Tourville, entre le souterrain du chemin de fer et Elbeuf (graviers et sables).

Il est donc probable que le niveau du continent était alors bien moins élevé au-dessus de la mer qu'aujourd'hui, et que la Seine, la Marne et l'Oise, avaient une pente extrêmement faible, de quelques centimètres à peine par kilomètre, entre Montereau, Chezy-l'Abbaye, Viry-Noureuil et la mer.

L'emplacement actuel de Paris était presque entièrement sous l'eau, à l'exception des buttes Chaumont, du plateau de Montrouge, de quelques îlots qui surgissaient à Montmartre, à Passy et à l'ancienne barrière d'Italie.

Limons de Sevran.

26. Au-dessous de Paris, la ligne de niveau de la rive droite contourne presque toute la plaine Saint-Denis. La Seine traversait ce grand marais, qui, dans sa plus grande largeur, n'avait pas moins de 30 kilomètres et touchait, vers Sevran, à un point très intéressant. M. l'ingénieur Girard, en creusant le canal de l'Ourcq, y a trouvé de nombreux ossements d'éléphant et d'autres animaux de race éteinte, qui ont été décrits par Cuvier et sont déposés au Muséum. Ces ossements étaient enfouis dans une sorte de limon noirâtre durci, qu'on supposait avoir formé le fond d'un petit lac.

Voici ce qu'en disent Cuvier et Brongniart, dans la description géologique des environs de Paris :

« Il ne paraît pas possible d'attribuer cet atterrissement aux eaux qui coulaient « dans la vallée de la Seine; cette vallée est beaucoup trop éloignée de ce lieu et « beaucoup trop basse par rapport à lui; il est probablement beaucoup plus ancien « que ceux des vallées, et semble plutôt avoir été déposé au fond de lacs, de « marais ou d'autres cavités de même espèce qui existaient alors dans le terrain « plat, mais élevé, qui constitue actuellement la plaine Saint-Denis, etc. »

J'ai recherché sur place la localité où les ossements avaient été recueillis. C'est un défilé long et plat compris entre les coteaux gypsifères de Livry et le plateau de Blanc-Mesnil, qui relie la plaine Saint-Denis à la vallée de la Marne, vers Claye, et au fond duquel le canal de l'Ourcq a été creusé.

J'ai trouvé quelques ouvriers qui avaient travaillé au canal, et qui se souvenaient très bien d'y avoir trouvé des ossements; au moyen de leurs indications, j'ai pu déterminer le point précis où la découverte avait été faite. Ce point est à peu près à mi-chemin entre les bornes kilométriques nos 17 et 18 du canal, un peu plus près de la borne n° 18, à 5 ou 10 mètres en amont de la gare d'eau des bois de Saint-Denis, près du pont de Villepinte. (B, planche n° 4.)

En recherchant cet emplacement sur le nivellement du canal de l'Ourcq, dressé

par Girard, on trouve qu'il est précisément au point de partage des eaux de la Marne et de la Seine, dans le défilé, et que son altitude est $62^{m},96$.

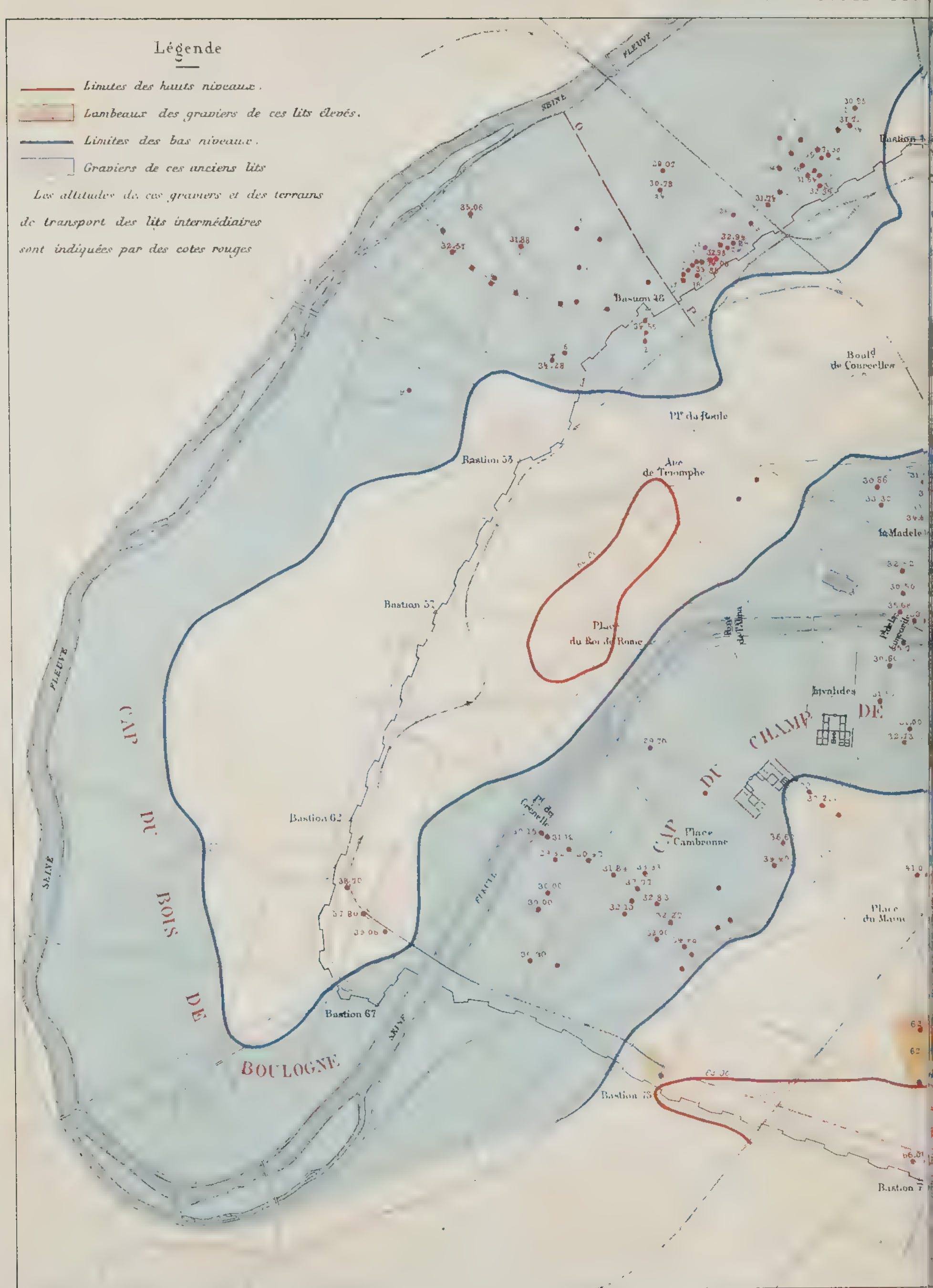
L'altitude de 60 mètres correspond, on l'a dit, à une sorte de moyenne de l'altitude de la crête des berges. À Paris, cette crête s'élève jusqu'à 63 mètres; par conséquent, l'eau, dans les crues, s'élevait au-dessus du niveau du dépôt de Sevran. Il y avait donc communication de la Marne à la Seine par le défilé, et il n'est pas étonnant qu'en temps de crue surtout les cadavres flottants s'y soient engagés et aient atterri au point haut où les ossements ont été trouvés, puisque la couche où ils ont été découverts est à 6 mètres au-dessous du sol, et, par conséquent, à l'altitude de $56^{m},96$.

Cette localité était donc un marais, comme l'ont très bien vu Brongniart et Cuvier; mais, contrairement à l'opinion de nos deux illustres géologues, l'altitude des lieux prouve que la Marne et la Seine, dans ces temps anciens, se rejoignaient par le défilé de Sevran.

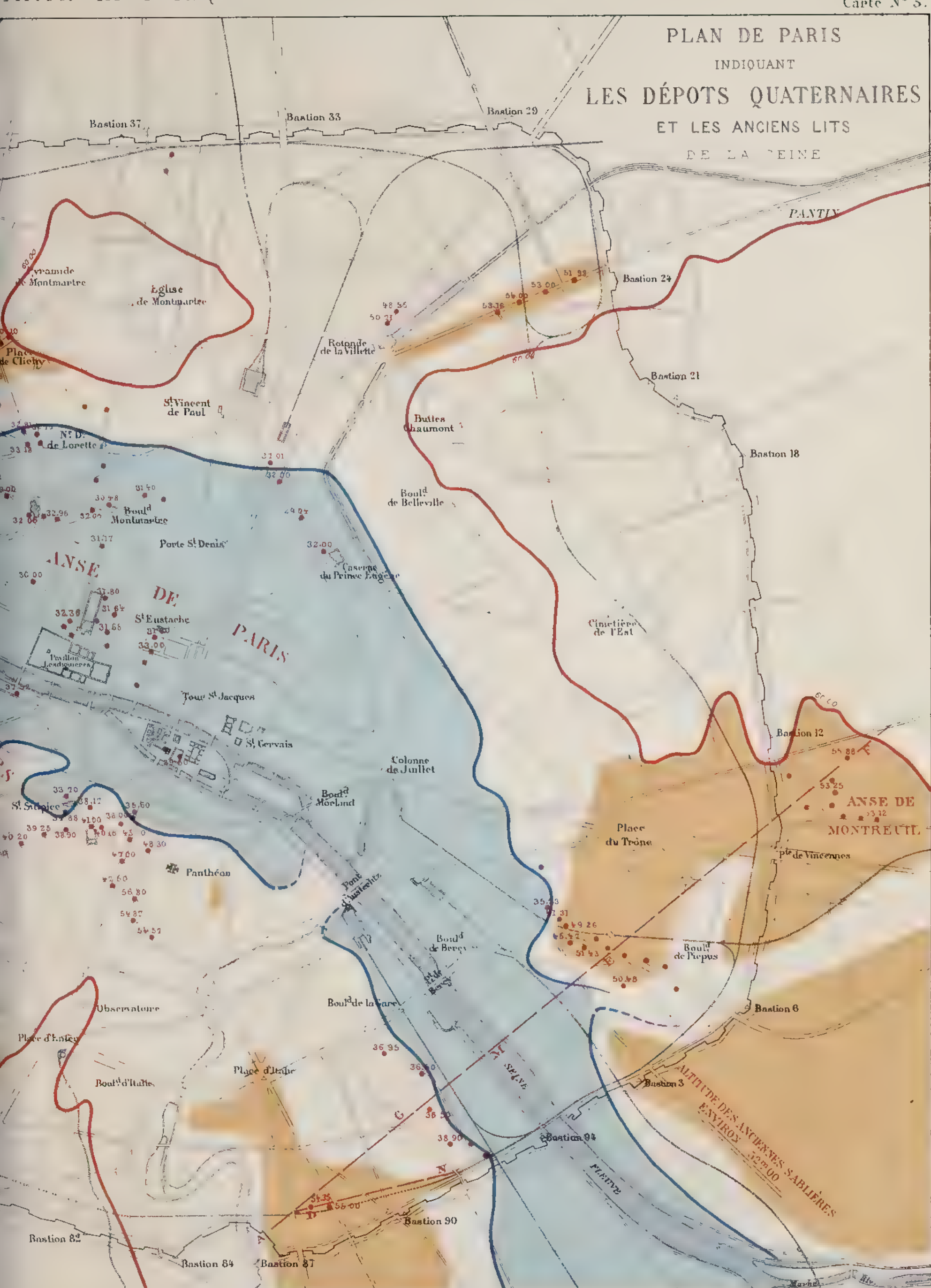
D'après le nivellement de Girard, la coupe de Brongniart ne correspond pas à un creux; au contraire, comme je viens de le dire, c'était le point le plus élevé du défilé, où le marais de la plaine Saint-Denis se rattachait à la vallée de la Marne.

L'eau du fleuve était absolument sans vitesse dans cette large expansion du lit qui correspond à la plaine Saint-Denis, et n'y pouvait déposer que des limons. En effet, la tranchée du siphon de Villemonble (aqueduc de la Dhuis) n'a rencontré, dans la traversée de cet ancien marais, que le sable noirâtre de la coupe de Brongniart. Il en est de même dans toute la plaine Saint-Denis, ou la couleur gris noirâtre de la terre végétale contraste avec la couleur jaune ocreux du limon diluvien qui recouvre les plateaux plus élevés de Blanc-Mesnil, de Gonesse et de Pierrefitte.

LA SEINE AUX AG



Carte N° 3.


PLAN DE PARIS
INDIQUANT
LES DÉPOTS QUATERNAIRES
ET LES ANCIENS LITS
DE LA SEINE
Bastion 37
Bastion 33
Bastion 29
Bastion 24
Bastion 21
Bastion 18
Bastion 12
Bastion 6
Bastion 3
Bastion 94
Bastion 90
Bastion 87
Bastion 84
Bastion 82
PANTIN
Église de Montmartre
Rotonde de la Villette
St Vincent de Paul
N. D. de Lorette
Buttes Chaumont
Boul^d de Belleville
Boul^d Montmartre
Porte St Denis
Caserne du Prince Eugène
ANSE DE PARIS
St Eustache
Tour St Jacques
St Gervais
Colonne de Juillet
Boul^d Morland
Cimetière de l'Est
Place du Trône
ANSE DE MONTREUIL
P^te de Vincennes
Boul^d de Picpus
Boul^d de Bercy
Panthéon
Observatoire
Boul^d de la Gare
Place d'Italie
Boul^d d'Italie
SEINE
FLEUVE
ALTITUDE DES ANCIENNES SABLIÈRES ENVIRON 52m 00

CHAPITRE X.

Étude des graviers des hauts niveaux dans la traversée de Paris et de la banlieue.
Avenue Daumesnil. — Anse de Montreuil.

27. Je crois donc que les deux lignes que j'ai tracées à l'altitude de 60 mètres sont peu éloignées des limites du plus ancien lit de la Seine. M. Hébert admet que les graviers du fleuve se sont élevés, aux environs de Paris, jusqu'à l'altitude de 65 mètres. Mais cette petite différence est peu importante. Les graviers renfermés entre ces deux lignes sont essentiellement différents de ceux qu'on trouve sur les terrasses plus élevées que j'ai cherché à décrire dans la première partie de cette histoire. Terrains de transport des hauts niveaux

Leurs zones alternent habituellement avec des zones de sable. Lorsque le dépôt s'est fait en plein courant, c'est-à-dire dans une partie où l'eau coulait rapidement, ce sable est pur et ne tache pas les doigts; c'est un des caractères les plus connus et les plus frappants du sable de rivière. Accidentellement, il est parfois imprégné du limon rouge des débordements (23).

Sur la rive convexe des tournants et dans les anses où l'eau était tourbillonnante, ou même dormante, le sable est habituellement beaucoup plus impur, ou même est remplacé quelquefois par du limon; c'est encore ce qu'on voit dans tous nos cours d'eau.

Les terrains de transport des terrasses élevées au-dessus de l'altitude de 60 mètres, dont il a été question plus haut (14), ne renferment pas de zones de sable. Ainsi les entrepreneurs de l'aqueduc de la Dhuis n'ont pas trouvé un mètre cube de sable dans les graviers des terrasses de Crézancy, de Voisins et de Dampmard, que l'aqueduc traverse; ils ont dû, à grands frais, aller chercher ce sable au fond de la vallée de la Marne, entre mes deux lignes.

Il en est de même dans la construction de l'aqueduc de la Vanne. Les entrepreneurs vont chercher ce sable dans les vallées de l'Yonne et de la Seine; ils ne trouvent rien sur les hautes terrasses.

Sur les terrasses que traverse l'aqueduc de la Dhuis, les cailloux sont confusément mélangés avec de la boue diluvienne, et n'ont aucun des caractères des dépôts longuement et fréquemment remaniés par les eaux d'une rivière.

J'ai profité des grands travaux exécutés pendant ces dernières années dans Paris

et sa banlieue pour faire relever, avec beaucoup de soin, les coupes du terrain de transport remanié par les cours d'eau.

Il y a très peu de localités en France où les terrains de transport aient été exploités sur une aussi large échelle qu'à Paris ; je crois donc que les coupes que je vais décrire présentent un intérêt très réel. J'espère qu'on y trouvera l'explication de certains faits sur lesquels les géologues sont loin d'être d'accord.

Je dois naturellement commencer par les coupes des graviers des hauts niveaux, c'est-à-dire qui sont compris entre les altitudes de 63 mètres et de $51^{m},50$, et qui s'élèvent à $36^{m},75$ et $26^{m},25$ au-dessus du zéro de l'échelle du pont de la Tournelle, niveau d'étiage de la Seine.

Je ne dirai qu'un mot de la composition de ces graviers ; on y trouve surtout des fragments de meulières, de silex de la craie, de silex tertiaires, de roches calcaires, surtout du calcaire grossier, de petits fragments peu nombreux de granit du Morvan. On n'y a signalé jusqu'ici aucun fragment de roche étrangère au bassin de la Seine.

Les graviers des bas niveaux, dont il sera question plus loin, ont identiquement la même composition.

Il ne reste des hauts niveaux que des lambeaux complètement séparés des graviers du fond de la vallée ; les principaux s'étendent à droite de la Seine, sur le plateau de Vincennes, entre Joinville-le-Pont et Paris, et, à gauche du fleuve, sur le plateau d'Ivry, entre ce village et la Bièvre.

Le diagramme n° 17 donne la coupe de ces deux plaines de terrains de transport, à leur extrémité, du côté de Paris.

DIAGRAMME N° 17.

M, lit actuel de la Seine ; étiage $20^{m},25$. — HI, couche de limon avec petits lits de cailloux reliant le lit abaissé au déversoir.

L'échelle des hauteurs a été décuplée pour faire ressortir les couches du terrain de transport.

Cette figure fait voir la relation qui existe entre les lambeaux des graviers des hauts niveaux des deux côtés de la vallée; ils sont désignés par les lettres DEF. Autrefois, avant l'abaissement du lit de la Seine, ces graviers étaient reliés entre eux, comme l'indiquent les deux lignes ponctuées.

Les coupes dont la description suit ont été relevées aux points D, vers la nouvelle barrière d'Italie, E à l'avenue Daumesnil, et F dans l'anse de Montreuil. (Planche n° 3.)

Ce qui distingue les coupes des points D et E de toutes celles qui seront données dans la suite, c'est que le sable gras de l'alluvion manque, ce qui tend déjà à prouver que l'abaissement du lit des hauts niveaux a été fait par cascades et sur une grande hauteur à la fois (23).

Coupes du terrain de transport relevées vers le milieu de l'ancien lit de la Seine. Avenue Daumesnil.

28. En construisant l'avenue Daumesnil, nous avons coupé l'extrémité des graviers des hauts niveaux de la rive droite; j'ai fait relever la coupe de la tranchée entre la rue de Charenton et la place de Reuilly; elle est très intéressante, mais trop longue; je la remplace par les coupes de deux sablières qui ont été ouvertes latéralement, l'une par M. Rigaut, l'autre par l'Administration du chemin de fer de Vincennes (planche n° 6, fig. 3 et 4). Le sable gris qu'on en tire est parfaitement pur, ne tache pas les doigts, ne contient presque aucun débris de coquilles fluviatiles ou terrestres, enfin ne fait pas effervescence avec les acides. Les ossements y sont rares. Il forme des zones qui alternent avec des zones de cailloux très peu roulés. On trouve çà et là des blocs de grès de Fontainebleau ou de meulière, souvent très volumineux, tantôt roulés, tantôt à angles vifs, disséminés dans la masse du terrain de transport, et des zones, quelquefois considérables, de sable ou de gravier agglutiné par un ciment très dur; les ouvriers désignent ces conglomérats par le nom de *calcin*.

J'ai trouvé sur la place de Reuilly et dans une carrière voisine deux molaires d'*Elephas primigenius;* M. Reboux y a recueilli les fragments d'une molaire d'*Elephas antiquus*.

L'emplacement de l'avenue Daumesnil, dans cette partie, se trouvait en plein courant de l'ancien fleuve, presque au milieu du lit; le dessus de la tranchée est à l'altitude de $51^{m},66$; le sable gras, peu perméable, de l'alluvion (23) n'ayant pu se déposer dans ces conditions, le limon des débordements a pénétré irrégulièrement et profondément à travers les zones de cailloux et de sable, sans s'arrêter spécialement à aucune d'elles. De loin, cette dentelure rouge ressemble assez bien à une série de poches qui se seraient remplies d'un mélange de cailloux et de limon; on a cru voir cette disposition dans beaucoup d'autres localités; ce qui a fait dire, jusqu'à ces derniers temps, que le diluvium rouge avait raviné le

diluvium gris; mais un examen attentif fait reconnaître que les zones de sable et de cailloux traversent cette dentelure, tantôt grises, tantôt rouges. Il n'y a, en réalité, aucune érosion, et il est évident que le gravier et le sable ont été imprégnés de limon après coup.

La rareté des ossements et des débris de coquilles tient à ce que le terrain de transport appartient, non pas à une anse ou à la rive convexe d'un tournant, mais à la partie moyenne du lit; comme dans nos cours d'eau modernes, les sables qui voyageaient au milieu du lit détruisaient promptement les ossements qui s'y déposaient.

Déversoir du cap d'Italie près [illegible]

29. Les deux coupes dont je vais parler ont été relevées sur le tracé du chemin de fer de Ceinture, entre les vallées de la Bièvre et de la Seine (ligne DN, planche n° 3). Le chemin de fer a été tracé dans une dépression du cap de la barrière d'Italie. Lorsque le lit de la Seine s'est abaissé progressivement, l'eau du fleuve s'est longtemps déversée dans la vallée de la Bièvre par cette dépression. En effet, le point le plus bas D du terrain de transport de la route de Fontainebleau, entre l'ancienne et la nouvelle barrière, correspond au tracé du chemin de fer de Ceinture et est à l'altitude de 54 mètres; car l'altitude du gravier à l'ancienne barrière est $62^{m},6$, et l'on trouve en face de Bicêtre, à côté de la route, la sablière du Kremlin, dont les graviers paraissent à l'altitude de 63 mètres environ. Si maintenant, depuis la Seine moderne, on remonte vers la barrière d'Italie en suivant le fond de la dépression des Deux-Moulins, on trouve partout des altitudes inférieures à 54 mètres, qui conduisent au point D.

Pendant le travail d'abaissement des lits, l'eau du fleuve de l'âge de pierre s'est donc longtemps déversée dans la vallée de la Bièvre, en passant au fond de cunette D. Il est résulté de là, dans cette vallée, une agitation qui a empêché tout dépôt limoneux entre les fortifications et la Seine, tandis qu'en amont des fortifications, les coteaux de la Bièvre se sont tapissés d'une couche épaisse de limon, dans laquelle on a trouvé beaucoup d'ossements des animaux de l'âge de la pierre (75). Les ossements des petits animaux ont pu se conserver dans ce limon. Le déversoir D est donc un des points intéressants de l'époque de la pierre, à Paris.

La première de ces coupes (planche n° 6, fig. 2) a été relevée dans la tranchée du chemin de fer de Ceinture, entre les routes d'Italie et de Choisy.

Le calcaire grossier, peu dur dans cette partie, a été très irrégulièrement raviné par le courant assez rapide qui passait au-dessus du promontoire de la route d'Italie. Ces cavités se sont remplies de sable de rivière très pur, et de petit gravier qui n'a pas été recouvert par le sable gras de l'alluvion; puis, lorsque le plateau a cessé de faire partie du lit, que l'eau des crues seule s'élevait au-dessus, le limon des débordements a pénétré dans toute la masse du sable, et l'a colorée en rouge.

La seconde coupe (planche n° 6, fig. 1) a été relevée également dans la tranchée du chemin de fer, entre la sortie du souterrain de la Maison-Blanche et la rue Patay. Elle se trouve dans le prolongement de la coupe précédente, dont elle est séparée par un intervalle de 600 mètres.

Elle se compose de deux parties.

La première, comprise entre les altitudes de $60^m,10$ et $58^m,50$, peut être donnée comme type des sablières des hauts niveaux de la plaine d'Ivry; comme dans les coupes précédentes, les sables gras de l'alluvion manquent, et le terrain de transport est presque entièrement imprégné de limon rouge, qui y a pénétré par infiltration.

La deuxième partie est une couche de limon désignée par les lettres HI sur le diagramme n° 17; il relie, en apparence, ce terrain des hauts niveaux avec le gravier des lits abaissés. Ce limon, de couleur jaune clair, recouvre le dépôt caillouteux supérieur, et descend, en pente douce, jusqu'au pied du coteau de la vallée de la Seine, où son épaisseur atteint 9 mètres. A la sortie du souterrain de la Maison-Blanche, son altitude est de 60 mètres; elle se réduit à 43 mètres au point ou il disparaît sous le chemin de fer, à l'extrémité de la coupe. Mais on retrouve le même limon dans la carrière du Chevaleret, à l'altitude de $38^m,90$. Ce dépôt recouvre une bande mince de gravier imprégné de limon rouge, qui descend aussi du plateau de la Maison-Blanche à la carrière du Chevaleret.

On pourrait avoir quelque doute sur l'origine de ce terrain, et le confondre avec les terrains détritiques modernes, si l'on n'y remarquait une série de petites couches de gravier n'ayant, en général, que l'épaisseur d'un caillou, alternant avec les zones de limon. Son origine fluviatile ne saurait donc être contestée.

Il est très probable que ce dépôt a été formé par les eaux qui se déversaient par-dessus le promontoire d'Italie, lorsque la Seine avait déjà abaissé son lit au niveau des graviers du Chevaleret.

J'ai vu des sables limoneux disposés en talus de la même manière, en amont des longs déversoirs des usines des cours d'eau de l'Auxois, du Serein notamment.

Les petites couches de gravier, disséminées dans le limon HI, descendent sans discontinuité, depuis le fond du lit des hauts niveaux, vers l'altitude de 59 mètres, jusqu'au dépôt du Chevaleret, où le dessus des terrains de transport est à l'altitude de $38^m,90$. Le formidable cours d'eau qui remplaçait alors la Seine avait donc des crues de 20 mètres au moins de hauteur.

D'après la déclaration des employés du chemin de fer, on n'a pas trouvé d'ossements dans l'emplacement de ces deux coupes, ce qui s'explique de la même manière qu'à l'avenue Daumesnil.

30. La coupe de la planche n° 6 (fig. 5) a été relevée sur la rive droite du même lit de la Seine, au point F du diagramme n° 17 et de la planche n° 3, au

Coupe des graviers de l'anse de Montreuil, nombreux ossements. Sablière du Kremlin.

fond de l'anse de Montreuil, qui est comprise entre la haute saillie sur laquelle s'élève aujourd'hui le fort de Nogent et le contrefort de Charonne. (Planches n°s 3 et 4.)

Ces sablières m'ont été désignées par M. Prestwich, qui y avait trouvé quelques ossements de mammifères de l'âge de pierre.

C'est certainement le point le plus curieux du terrain de transport des hauts niveaux de Paris. Il y a onze sablières en exploitation; les deux plus intéressantes, les plus riches en ossements, sont celles où mes coupes ont été relevées; elles appartiennent à MM. Trimoulet et Savart.

Le terrain de transport s'élève, dans cette localité, à $55^{m},90$; son aspect est très différent de celui des autres dépôts qu'on vient de décrire. On y remarque, comme dans ceux-ci, des couches alternantes de sable et de cailloux; mais le sable y est très dominant, le caillou petit, les gros blocs rares.

Le sable gras de l'alluvion s'est déposé partout; au contraire, le sable du reste de l'alluvion et du gravier de fond est très pur et comparable au plus beau sable de rivière; mais il fait une vive effervescence avec les acides, ce qui se comprend facilement, car il contient une poussière formée de débris de coquilles fluviatiles et terrestres et de coquilles du calcaire grossier.

Le caillou est très irrégulièrement roulé; en général, les angles sont simplement émoussés; les gros blocs sont bien plus rares que dans les sablières de l'avenue Daumesnil; on y voit des couches entières formées de fragments de calcaires siliceux arrachés aux coteaux voisins, alternant avec des bancs de sable et de véritables cailloux provenant du lit du fleuve.

Le gravier de fond est composé tantôt de sable, tantôt de cailloux. Enfin, dans la partie supérieure, on remarque le limon rouge des débordements, qui s'étend en longues bandes au-dessus de l'alluvion, mais sans y former de dentelures, comme à l'avenue Daumesnil, et sans descendre à une aussi grande profondeur, ce qui tient à l'imperméabilité du sable gras qui recouvre l'alluvion.

J'ai trouvé beaucoup d'ossements dans ces carrières. Les cadavres flottants affluaient, aussi bien que les sables, dans l'anse de Montreuil (22). Les ossements ne se trouvent que dans les couches inférieures, à 2 ou 3 mètres au plus au-dessus du fond des sablières, c'est-à-dire dans le gravier de fond; on n'en rencontre point dans le reste du dépôt, c'est-à-dire dans l'alluvion.

Les coquilles fluviatiles et terrestres y sont très abondantes.

Pris au-dessus du dépôt caillouteux ou sableux, le limon rouge ne fait point effervescence avec les acides; mais, pris dans la masse du terrain de transport, il fait effervescence, comme le sable lui-même. Ce fait seul prouverait que le limon n'a point été transporté avec le caillou et le sable, mais qu'il y a pénétré par infiltration; l'effervescence est due aux débris calcaires mélangés au sable avant la pénétration du limon.

A l'extrémité de la plaine d'Ivry, toujours dans le même lit de la vieille Seine, on trouve une petite anse où le terrain de transport s'est déposé dans les mêmes conditions que dans l'anse de Montreuil. La sablière du Kremlin (route d'Italie n° 50) est exploitée dans cette anse. Elle présente les mêmes dispositions que les sablières de Montreuil; tandis que, dans toutes les autres sablières de la plaine, le gravier est presque entièrement imprégné de limon rouge, le sable de la carrière du Kremlin est pur et ne tache pas les doigts; comme à Montreuil, on y trouve aussi des ossements.

De ce qu'on n'a trouvé qu'un petit nombre d'ossements dans les graviers pénétrés de limon rouge de la plaine d'Ivry, de la Butte-aux-Cailles et de l'avenue Daumesnil, qui étaient au milieu du lit ou en plein courant, il ne faut pas conclure que ces dépôts ne sont pas de même âge que ceux des anses de Montreuil et du Kremlin; ces graviers appartiennent au même lit du fleuve; ils sont sensiblement à la même altitude, mais ils se sont déposés dans des conditions différentes.

L'examen de ces coupes prouve de nouveau qu'il faut abandonner les noms de *diluvium gris, diluvium rouge*, qu'on a donnés jusqu'ici aux terrains de transport du fond des vallées.

Si nous relevons des coupes dans la plaine de Grenelle, au Chevaleret, à divers niveaux des lits abaissés de la Seine, nous y trouverons des dépôts plus récents que ceux dont je viens de parler, et ces terrains, comme les premiers, seront irrégulièrement pénétrés de limon rouge. Il faudrait donc admettre des diluviums gris et rouges à tous les étages occupés successivement par la Seine, au fur et à mesure que son lit s'abaissait.

Évidemment, ces divisions, purement artificielles, ne sont propres qu'à embrouiller l'histoire des terrains de transport. Les noms *gravier de fond, alluvion, limon des débordements*, que je propose d'y substituer (23), sont évidemment beaucoup plus rationnels.

La différence de composition des sables, dans les coupes dont je viens de parler, prouve que le fleuve de l'âge de pierre couvrait à la fois tout l'immense lit que j'ai tracé sur ma planche.

Si, en effet, un cours d'eau médiocre, de 150 mètres de largeur, par exemple, comme la Seine d'aujourd'hui, avait divagué entre les points F et D, en occupant successivement toutes les positions, depuis l'anse de Montreuil, sur la rive droite, jusqu'à la barrière d'Italie, sur la rive gauche, et en remplissant son lit de gravier jusqu'au niveau des berges, au fur et à mesure qu'il l'abandonnait, le sable gras de l'alluvion aurait recouvert les graviers dans toute cette étendue. Or c'est ce qui n'a pas lieu; les sables gras ne se sont déposés qu'au pied des coteaux, sur les deux rives, d'un côté dans l'anse de Montreuil, de l'autre dans l'anse du Kremlin.

Donc tout l'espace compris entre les points D et F (diagramme n° 17) était

bien le lit occupé entièrement par l'eau d'un grand fleuve, animée d'une assez grande vitesse au milieu, tranquille et alluvionnante dans les anses qui découpaient les rives.

J'ai retrouvé d'autres restes de l'ancien lit des hauts niveaux de la Seine à des altitudes comprises entre $51^{m},20$ et 54 mètres dans la tranchée de la rue Monge, sur la rive droite de la Bièvre; à l'altitude de 63 mètres dans la tranchée du chemin de fer de Ceinture, près de la rue de Vaugirard; enfin à des altitudes variables, mais peu différentes de 54 mètres, en construisant les égouts de la route d'Allemagne, de la rue des Cinq-Moulins, etc. (planche n° 3). Tous ces graviers, à l'exception de ceux de la rue de Vaugirard, ne sont pas recouverts par les sables gras de l'alluvion, et, par conséquent, sont imprégnés de limon rouge.

CHAPITRE XI.

TRAVAIL D'ABAISSEMENT DES LITS.

L'abaissement des lits des cours d'eau de l'âge de la pierre est dû, dans la traversée des terrains tertiaires de la Brie et de la craie normande, au relèvement progressif du continent, et, dans les terrains crétacés de la Champagne et les terrains jurassiques de la Bourgogne, à la grande pente des vallées. — Causes de la séparation des graviers des hauts et des bas niveaux.

L'abaissement du lit de la Seine est le résultat de l'exhaussement du continent, dans la traversée de la Brie et de la Normandie.

31. Les ossements d'animaux de race éteinte, trouvés à Paris dans le lit des hauts niveaux de la Seine, prouvent que le fleuve a coulé longtemps à cette altitude élevée; il serait assez difficile de dire pourquoi ce lit, après être resté ainsi stable et permanent vers l'altitude de 60 mètres, s'est abaissé ensuite jusqu'à l'altitude de 26^{m},25, où il se trouve aujourd'hui, si l'on ne voyait que ces hauts niveaux s'étendent jusque dans le voisinage de la mer.

Si l'on veut bien se reporter à ce qui a été dit plus haut, on verra que les graviers du lit supérieur de la Seine et de la Marne étaient presque sans pente, depuis la limite de la Champagne et de la Brie jusqu'à la mer (25). Il paraît certain, en effet, que le fleuve énorme qui remplaçait la Seine a coulé sur les graviers de Saint-Aubin, près d'Elbeuf, et de la terrasse de Venables (25), c'est-à-dire à l'altitude de la plaine de Montreuil. Or, d'après ce qui précède, l'altitude ou la différence de niveau entre les traces de l'ancien lit qu'on trouve en amont et en aval de Paris et notre océan moderne est de 60 mètres[1].

Il faut donc admettre une de ces deux hypothèses, ou que le bassin de la Seine était beaucoup moins élevé au-dessus de la mer qu'aujourd'hui, ou que la vallée se terminait au bord de la mer, après le cataclysme diluvien, par une chute considérable qui, d'après l'altitude des graviers de Gaillon et de Saint-Aubin, aurait été de 60 mètres environ.

Cette dernière hypothèse n'est pas admissible : les terrains qui séparent Paris

[1] Aujourd'hui la pente de la Seine est de 24^{m},67 entre Paris et Rouen, pour un développement de 243,230 mètres, ou de 0^{m},10 par kilomètre; entre Rouen et le Havre, pour un développement de 122 kilomètres, la pente est de 1^{m},58 ou de 0^{m},013 par kilomètre. Ces chiffres ne sont que des moyennes; chaque partie du lit a sa pente spéciale, et, si l'on cherche à l'augmenter ou à la diminuer, le fleuve se met immédiatement en travail pour replacer les choses dans leur état normal. A l'époque ancienne dont nous nous occupons, le développement du lit du fleuve ne paraît pas, d'après la disposition des terrasses, avoir dépassé 131 kilomètres entre Paris et Rouen, et 96 kilomètres entre Rouen et le Havre.

de la mer sont si mous, le débit du fleuve était si grand, qu'il aurait rapidement abaissé le niveau de son lit, si cette chute avait existé. Son régime n'aurait donc pas été permanent, et la faune puissante dont nous trouvons de si nombreux débris n'aurait pas eu le temps de se développer dans les graviers des hauts niveaux pendant sa courte existence. Il est bien probable, au contraire, qu'entre Paris et Rouen la pente moyenne est restée longtemps moindre que celle du fleuve actuel, ou de $0^m,10$ par kilomètre, et que le niveau général du bassin de la Seine était beaucoup plus bas qu'aujourd'hui.

S'il en était ainsi, l'abaissement du lit du fleuve s'explique de la manière la plus naturelle. Au fur et à mesure que son bassin se relevait, la pente du fleuve augmentait; il n'y avait plus équilibre entre la force érosive de l'eau et la résistance des rives, et le lit s'abaissait.

Telle est la cause des différences d'altitude que nous constatons entre les graviers des hauts et des bas niveaux, depuis la limite de la Champagne jusqu'à la mer. différences presque nulles à la limite de la Brie et de la Champagne, qui augmentent progressivement à mesure qu'on se rapproche de la mer, qui atteignent déjà 34 mètres à Paris et s'élèvent à 50 ou 60 mètres dans le voisinage de la mer[1].

En amont des terrains tertiaires de la Brie, les graviers des hauts et des bas niveaux se séparent de nouveau, et cette séparation ne peut plus être attribuée à la même cause, puisque l'effet de l'augmentation de pente, résultant du relèvement du continent ne paraît pas s'être étendu au delà de la limite de la Brie et de la Champagne.

Il faut donc chercher une autre cause pour expliquer l'abaissement du lit des cours d'eau dans la traversée des terrains granitiques, jurassiques et crétacés, et cette cause, toute naturelle, est leur pente considérable, qui, dans l'âge de pierre, était très peu différente de celle des cours d'eau actuels.

Suivons, par exemple, les vallées du Cousin, de la Cure et de l'Yonne, depuis la sortie du Morvan jusqu'à l'origine des larges vallées de la craie, un peu en aval d'Auxerre.

Le village de Pontaubert, près d'Avallon, est bâti à la sortie du défilé étroit où coule le Cousin dans les terrains granitiques du Morvan et à l'entrée de la large vallée qui s'est creusée dans les terrains mous du lias. On remarque les graviers des hauts niveaux à une vingtaine de mètres au moins au-dessus du cours d'eau actuel. L'église de Pontaubert est construite sur un énorme amas de ces déjections. Sur le chemin du Vault-de-Lugny, on a ouvert quelques sablières qui font voir les zones de ces graviers et leur structure fluviatile. A 12 ou 15 kilomètres en aval, dans la vallée de la Cure, j'ai coupé les graviers des hauts niveaux, près des grottes d'Arcy, et ils ne sont plus qu'à 15 mètres environ au-dessus de la rivière.

[1] On a vu dans l'Introduction qu'à Moulin-Quignon l'ancien cordon littoral de la baie de Somme est à 37 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer.

La pente de Pontaubert à Arcy, dans les premiers temps de l'âge de pierre, était donc plus grande que la pente actuelle du Cousin et de la Cure, qui dépasse de beaucoup 1 mètre par kilomètre. J'ai exploité, à 10 kilomètres plus bas, à Vermanton, toujours dans la vallée de la Cure, une autre sablière des hauts niveaux, qui se trouve à 15 mètres environ au-dessus de la rivière.

La ligne de pente entre Arcy et Vermanton était donc la même qu'aujourd'hui.

L'altitude des basses eaux de la Cure est, aux grottes d'Arcy, de..	$122^{m},37$
A Vermanton de	$113^{m},59$
Différence.........	$8^{m},78$

La distance entre ces deux points étant de 10 kilomètres environ, la pente moyenne est de $0^{m},88$ par kilomètre.

De même, à Auxerre, on trouve les hauts niveaux à 15 mètres au-dessus de l'Yonne. Il y a encore parallélisme entre les deux pentes, ancienne et moderne, sur les 23 kilomètres qui séparent Vermanton d'Auxerre.

L'altitude de la Cure à Vermanton est de....................	$113^{m},59$
Celle de l'Yonne au pont d'Auxerre de....................	$96^{m},36$
Différence.........	$17^{m},23$

La pente moyenne est donc de $0^{m},76$ par kilomètre, c'est-à-dire très considérable.

La trace des hauts niveaux de l'Yonne, dans la traversée des terrains crétacés, est assez difficile à suivre, parce que la vallée devient très large; mais on voit fort bien que la pente du fleuve devait être assez considérable dans les premiers temps de l'âge de pierre, car, l'altitude de l'étiage de l'Yonne à Auxerre étant de $96^{m},36$, la sablière des hauts niveaux, qui s'exploite à 15 mètres au-dessus, est à l'altitude d'environ.................................... $111^{m},00$

L'altitude de la Seine à Moret, à la sortie de la craie, étant de $42^{m},55$, le lit des hauts niveaux était, comme à Paris, à l'altitude de	$60^{m},00$
La différence est de...............................	$51^{m},00$

La distance entre Auxerre et Moret étant à peu près de 110 kilomètres, la pente moyenne kilométrique est de $0^{m},46$.

Les pentes de la Seine et de la Marne ne sont pas moins grandes que celles de l'Yonne, dans la traversée des terrains jurassique et crétacé.

Cette pente est telle qu'elle suffit pour expliquer l'abaissement du lit des cours d'eau. La vitesse qui en résultait était suffisante pour que les graviers de toute

grosseur, entassés dans la vallée par l'action diluvienne, fussent entraînés; mais elle n'était pas assez grande pour donner aux cours d'eau la force érosive nécessaire pour attaquer les roches dures du granit et des terrains oolithiques.

Les graviers déplacés n'étaient donc pas remplacés par d'autres venant d'amont, comme on le voit dans la Durance, l'Isère, la Garonne et les autres torrents descendant des Alpes ou des Pyrénées; par conséquent, l'abaissement des lits a dû être très rapide. C'est ce qui sera constaté par la paléontologie dans la quatrième partie de ce mémoire.

[illegible] ns les graviers [illegible]

32. Cette action des eaux a été si violente, que les graviers des hauts niveaux ne se trouvent plus que dans les anses et sur la rive convexe des tournants.

Lorsque les rivières descendent du Morvan, les graviers des hauts niveaux, dans toute la traversée des terrains oolithiques, sont presque entièrement formés d'éléments granitiques, tandis que la grève[1] domine dans les bas niveaux. Le galet granitique reparaît de nouveau dans le lit des cours d'eau modernes.

Ainsi, dans les anses de Pontaubert et du Vault-de-Lugny, les graviers des hauts niveaux sont entièrement granitiques; il en est de même des bas niveaux : à la vérité il doit en être ainsi, puisque l'élément calcaire manque dans les roches d'amont. Sur la rive convexe du tournant des grottes d'Arcy, le lambeau de gravier des hauts niveaux, que j'ai coupé en construisant la route impériale n° 6, est entièrement formé d'éléments granitiques, quoique les calcaires jurassiques soient très développés en amont.

La sablière de l'anse de Vermanton, située à 15 mètres environ au-dessus de la Cure, présente la coupe suivante :

2 mètres de grève et de sable granitique ayant conservé la couleur rose du feldspath.
1 mètre de limon et de sable fin.
2 mètres de sable granitique, avec rares plaquettes de grève.
3 mètres de sable granitique très dominant, avec grève plus abondante que dans la couche située au-dessus.
Roche oxfordienne.

Entre Arcy et Vermanton, j'ai coupé les graviers des bas niveaux dans la plaine de Lucy, et ils sont composés entièrement de grève. De même, entre Vermanton et Auxerre, on trouve la grève pure dans les bas niveaux, notamment vers Belombre et dans la plaine de Champ; mais, quand on monte un peu, on voit le caillou et le sable granitique paraître.

La carrière des hauts niveaux d'Auxerre, dont j'ai parlé ci-dessus, se trouve à peu de distance du chemin de fer, à gauche de la route d'Avallon, sur la rive

[1] Je donne le nom de *grève* aux débris roulés des calcaires jurassiques; c'est le nom local.

convexe du tournant que forme la vallée d'Yonne, et en même temps au fond d'une petite anse. La coupe de cette sablière est très intéressante; je l'ai relevée avec M. Cotteau.

Il y a deux exploitations; la coupe suivante s'applique à la plus rapprochée de la route.

Pour la première fois, à partir du Morvan, on voit apparaître les ossements dans le terrain de transport.

Terrain détritique et limon rouge des débordements.	$1^m,00$	Terre végétale, limon rouge, débris anguleux de roche solide.
	1 ,00	Grève calcaire, avec sable et gravier granitique.
Alluvion sans ossements.....	1 ,20	Gravier et sable granitiques roses, presque sans mélange de grève, à l'état de poudingue sur quelques points.
	0 ,70	Gravier et sable granitiques roses, avec grève calcaire dominante.
	0 ,60	Accidentellement, couche de limon jaunâtre, disposé en amandes.
Gravier de fond, couches à ossements.	0 ,60	Silex tertiaires jaunes, peu roulés, grève calcaire et gravier granitique, sable quartzeux sans feldspath, et par conséquent gris, quelquefois noir, coloré peut-être par du manganèse.
	1 ,00	Sable quartzeux fin, grève dominante et rares galets granitiques. Fond de la sablière. Roche jurassique.
Épaisseur totale......	$6^m,10$	

La troisième zone est fort remarquable; elle est entièrement formée de gravier granitique. C'est un fait accidentel qui ne se remarque que sur une petite longueur de la carrière, mais qui n'en est pas moins surprenant. Il faut qu'un flot de gravier granitique ait été jeté en masse, et par une seule crue, dans cette sablière.

En amont du confluent de la Cure, l'élément granitique domine encore dans les hauts niveaux de la vallée de l'Yonne. M. Cotteau a constaté récemment le fait dans la tranchée du chemin de fer, sur la rive convexe qui se trouve un peu en amont de Châtel-Censoir.

Il en est de même dans la vallée du Serein: depuis la sortie du Morvan jusqu'à la fin du lias, le gravier des hauts et des bas niveaux est entièrement granitique. On trouve les hauts niveaux à une vingtaine de mètres, au moins, à gauche, au-dessus de la rivière actuelle, sur le plateau de Varenne, près de Guillon, et, à droite, sur le coteau convexe du tournant, à la sortie de ce bourg.

A Lisle-sur-Serein, sur un promontoire qui domine le bourg, j'ai trouvé le sable granitique rose semé, comme du blé, dans l'argile liasique. M. Rathier a

constaté la présence du gravier granitique à 35 mètres au-dessus du Serein, près de Chablis. La grève est très dominante au fond de la vallée, dans cette localité.

Dans les larges vallées du terrain crétacé, les graviers granitiques forment le cinquième du terrain de transport; la grève, les quatre cinquièmes (MM. Leymerie et Raulin). Ces deux éléments sont intimement mélangés.

La séparation des éléments granitiques et calcaires, dans les graviers des vallées qui descendent du Morvan, s'explique très facilement. A la suite du cataclysme diluvien, les débris des roches granitiques du Morvan ont certainement formé un long cône de déjections dans chacune des vallées ouvertes à l'aval de cette contrée. Ce cône devait être disposé comme les amas de silex jaunes que nous voyons encore dans la vallée de l'Yonne, au débouché des ruisseaux de Baulche, de Saint-Vrain, etc., c'est-à-dire qu'il s'élevait au-dessus de la grève calcaire, terrain de transport de la vallée principale. Les cours d'eau qui succédèrent aux eaux diluviennes remanièrent toutes ces déjections granitiques et calcaires, et, en raison de la forte pente des vallées, l'abaissement des premiers lits, des lits des hauts niveaux, s'opéra rapidement sur toute la longueur des étroites vallées de la Bourgogne. Ce qui tend à le prouver, c'est que les graviers granitiques et la grève calcaire sont restés séparés; il est évident que, si l'abaissement avait été lent, ces deux éléments du terrain de transport se seraient mélangés intimement, comme nous le voyons dans les larges vallées de la craie.

Depuis les premiers temps de l'âge de la pierre, les cours d'eau qui descendent du Morvan coulent donc à leur niveau actuel, c'est-à-dire au-dessous même des grévières des bas niveaux qu'on exploite dans les plaines voisines. Depuis cette époque ancienne, ils ont continué à modifier leur lit en le rétrécissant, et, dans ce travail lent, ils ont mélangé les deux éléments du terrain de transport. Dans les lits modernes de l'Yonne et de la Cure, et de chaque côté, à peu de distance, on trouve le caillou granitique du Morvan à côté des détritus calcaires des roches jurassiques, tandis que la grève presque pure tapisse le reste du fond de la vallée.

L'étude de la paléontologie de cette contrée nous offrira des preuves plus certaines encore de l'abaissement rapide des graviers des hauts niveaux.

Travail d'abaissement [illegible] dans la traversée des terrains tertiaires de la Brie et de la Normandie.

33. Ainsi que je l'ai dit ci-dessus, le travail d'abaissement des lits, dans la traversée de la Brie et de la Normandie, est dû au relèvement du continent pendant la durée de l'âge de pierre. La pente et la vitesse du fleuve augmentant par suite de ce relèvement, il n'y avait plus équilibre entre la puissance d'érosion des eaux et la résistance du fond, et le lit s'abaissait.

Mais il ne faut pas croire que le travail d'abaissement des lits se soit fait d'une manière insensible.

Faisons une hypothèse: admettons, comme sir Ch. Lyell, que le relèvement du continent fût régulièrement de $0^m,75$ par siècle, ou de $0^m,008$ millimètres

par an. Le lit du fleuve ne s'abaissait pas, chaque année, de $0^m,008$ millimètres; cela est même absolument impossible. Tout le monde comprend sans peine qu'une augmentation de $0^m,008$ dans la pente totale d'un cours d'eau ne peut, en quoi que ce soit, modifier son régime. Si le continent se relevait en masse et régulièrement, le petit accroissement de pente n'existait qu'au bord de la mer; mais une si faible chute ne pouvait avoir aucun effet. Il est même douteux qu'au bout d'un siècle la chute de $0^m,75$, qui existait alors au bord de la mer, fût sensible dans une grande profondeur d'eau et avec le régime tumultueux des marées. Il fallait donc un temps très long pour que le relèvement du continent produisît une chute assez forte pour que le fleuve abaissât son lit, d'abord dans le voisinage de la mer, puis successivement en remontant, jusqu'à la limite de la Champagne.

Il résulte de là que l'abaissement n'était pas continu; il y avait permanence de régime pendant de longs siècles, absolument comme si le relèvement du continent s'était fait par soubresauts, à de grands intervalles de temps, hypothèse admissible d'ailleurs.

Le gravier de fond variait peu de niveau pendant le temps de permanence du régime du fleuve; c'est ainsi que le fond du lit de la Seine moderne est à peu près invariable, au moins depuis qu'on y fait des observations régulières.

Lorsque la chute due au relèvement du continent était assez grande au bord de la mer pour modifier le régime, des rapides s'établissaient d'abord dans le bas du fleuve, puis chaque crue les éloignait de la mer, en jetant de chaque côté d'énormes masses de gravier le long des rives. La couche de gravier qui forme l'alluvion sur un point donné a donc pu se déposer très rapidement; il est possible que, dans certaines sablières, elle soit l'œuvre d'une seule crue, ce qui fait comprendre pourquoi les ossements y sont si rares.

Il résulte de ce qui précède que, dans les coupes de sablières situées à des altitudes différentes, les graviers de fond ne sont nullement du même âge, non plus que les alluvions qui les recouvrent. Ainsi le gravier de fond des hauts niveaux de Montreuil est plus ancien que le gravier de fond des bas niveaux de Grenelle et de Levallois. À Grenelle et à Levallois même, l'âge du gravier de fond diminue à mesure que son niveau s'abaisse.

C'est une nouvelle preuve que les expressions *diluvium gris inférieur*, *diluvium gris moyen*, *diluvium gris supérieur*, sont mauvaises, puisqu'elles s'appliquent à des terrains d'âges très différents.

34. Lorsqu'on cherche à se rendre compte du travail d'abaissement des lits des hauts niveaux, en remontant des bords de la mer jusqu'à la limite de la Champagne, on voit qu'il s'est fait lentement d'abord et sans solution de continuité dans les graviers; puis on remarque une grande solution de continuité, et c'est cette lacune qui forme la séparation des hauts et des bas niveaux. Séparation des hauts et des bas niveaux.

A Paris, cette séparation est très remarquable.

Ainsi, sur la rive droite, les graviers des hauts niveaux s'abaissent en pente douce d'abord, et sans solution de continuité, tout autour du plateau de Vincennes, entre Joinville-le-Pont et l'avenue Daumesnil, jusqu'au bord des coteaux de Charenton. Leur plus basse altitude, au bord de l'escarpement formé par ces coteaux, est environ de 51 mètres. Les bas niveaux commencent à la rue de Charenton, et leur plus haute altitude est de 36 mètres. Il y a donc une solution de continuité de 14 mètres entre les terrains de transport des hauts et des bas niveaux. Il existe, à la vérité, quelques lambeaux de lits intermédiaires, notamment à la rue des Trois-Chandelles, où l'on trouve une sablière à l'altitude de 41 mètres. On en trouve çà et là, en divers autres points de Paris (planche n° 3), notamment sur les promontoires des tournants du Champ de Mars et du bois de Boulogne. En général, les lits intermédiaires se relient aux bas niveaux, sans solution de continuité; il y a, au contraire, solution de continuité entre les hauts niveaux et les lits intermédiaires, par exemple entre les graviers de l'avenue Daumesnil et de la rue des Trois-Chandelles.

Il en est de même sur la rive gauche, où les lambeaux des terrains de transport des hauts niveaux s'étendent sur la plaine d'Ivry et sur les deux rives de la Bièvre, jusqu'à Vaugirard, à l'altitude de 60 mètres et même de 63; puis il y a, entre les graviers du magasin à fourrage, qui sont à l'altitude de 63 mètres, vers la rue de Vaugirard, une solution de continuité. Les bas niveaux commencent à la rue de Sèvres, à l'altitude de 36 mètres, se reliant, en divers points, à des lambeaux de lits intermédiaires.

Le fait n'est pas moins remarquable à l'aval de Paris. Dans la dépression de la Villette, les restes des hauts niveaux existent à l'altitude de 54 mètres, et les bas niveaux se trouvent, à Levallois, Clichy, etc., à l'altitude de 35 mètres, sans dépôts intermédiaires.

Il semble donc qu'entre les deux époques où se sont déposés les deux systèmes de graviers, il y ait eu un relèvement brusque du continent qui aurait déterminé, au bord de la mer d'abord, puis en remontant successivement jusqu'à Paris, cette séparation qu'on remarque entre les niveaux des sablières.

C'est à cette époque que le fleuve a cessé d'être rectiligne à Paris, et a décrit les longs méandres qu'on remarque dans tout son cours jusqu'à Rouen.

Les graviers des hauts niveaux se retrouvent, en effet, au sommet de plusieurs de ces caps qui contournent la Seine dans ses grandes courbes, notamment sur les contreforts de Venables, près des Andelys, et de Saint-Aubin, près d'Elbeuf.

Par conséquent, à l'époque des hauts niveaux, le fleuve passait par-dessus ces caps et ne les contournait pas.

La chute qui a déterminé la séparation des hauts et des bas niveaux est bien plus grande dans la basse Seine qu'à Paris; ainsi, à Venables, elle est de 43 mètres.

Il est donc probable que la chute produite par le relèvement brusque du continent était de 40 à 50 mètres au bord de la mer, et que le travail de séparation des hauts et bas niveaux se fit par une cascade dans la traversée des terrains tertiaires. J'ai trouvé des preuves de cette violence dans les travaux souterrains exécutés dans la banlieue de Paris, notamment au Tour de Marne, à Saint-Maur et sous la place de l'Étoile à Paris.

Coupe du souterrain de Saint-Maur, effondrement du calcaire grossier à l'aval

35. Examinons d'abord la coupe en long du souterrain de Saint-Maur.

A l'époque des hauts niveaux, la Marne coulait à l'altitude de 60 mètres et passait au-dessus du promontoire de Joinville-le-Pont. On trouve, au-dessus de ce promontoire, des graviers qui se relient, sans solution de continuité, à ceux de la plaine de Vincennes et de Montreuil. Ces graviers, situés en plein courant, sont très purs et ne renferment ni ossements ni coquilles fluviatiles ou terrestres. Mais la Marne abaissa son lit, lentement d'abord, et le grand tournant du Tour de Marne commença à se dessiner. Les graviers de l'anse qui se formait en amont se trouvaient dans des eaux tranquilles, abritées par l'îlot de Gravelle. Des ossements s'y déposèrent, en même temps qu'il s'y développait une nombreuse faune de coquilles fluviatiles; puis, la chute brusque dont il a été question ci-dessus s'étant formée, l'abaissement s'acheva avec une grande violence.

DIAGRAMME N° 18.

Plan du Tour de Marne.

Le souterrain de Saint-Maur a été ouvert, comme on sait, pour affranchir la navigation du long développement que forme la Marne autour du promontoire connu sous le nom de *Tour de Marne;* un second souterrain a été percé, dans ces dernières années, pour utiliser la chute de la rivière.

Après un parcours de près de 13 kilomètres, à partir du pont de Joinville situé au point A, la rivière revient presque sur elle-même au point B; avec un court tunnel de 630 mètres et un canal de 400 mètres, qui relient ces deux points A et B de la rivière, on gagne une chute de 4 mètres qui fait marcher des turbines et des pompes. Ce second souterrain a été construit sous ma direction, et j'en ai fait relever avec soin la coupe géologique, que je donne ci-après. L'inspection de ce croquis fait voir que la rivière tendait autrefois à faire ce percement, opéré depuis par la main des hommes, et à couper l'isthme étroit sur lequel le village de Joinville a été construit. Si cela est vrai, elle devait

frapper avec force, du côté d'amont, le coteau concave A, emporter tous les débris ébranlés et les déposer sur le coteau convexe E, serrer de près les coteaux de la partie concave CD du tournant, et les tailler en pente rapide. Du côté d'aval B, elle devait perdre beaucoup de sa violence. Or c'est précisément ce que démontre l'état des lieux : la pente des coteaux CD est très raide; le coteau E forme un cap de terrain de transport disposé en pente très douce, et la coupe du nouveau tunnel, que l'Administration municipale vient d'ouvrir, fait voir que l'action des eaux, très violente au point A, était, au contraire, relativement faible au point B. Cet ouvrage est creusé dans le calcaire grossier inférieur; le ciel est ouvert dans le banc à *Ceritium giganteum*, dont on a trouvé de nombreux moules; la partie inférieure est creusée dans les calcaires glauconieux connus des carriers sous les noms de *turlu*, *Saint-Jacques*, *etc.* Or, du côté d'amont et sur la plus grande partie de la longueur du souterrain, le calcaire grossier est parfaitement en place et disposé par assises à peu près horizontales; mais, à partir d'un point C pris à 175 mètres de la tête d'aval, on remarque une large fissure, et les assises calcaires sont renversées les unes sur les autres, ainsi que le fait voir la figure, comme si un grand affouillement avait été produit en dessous.

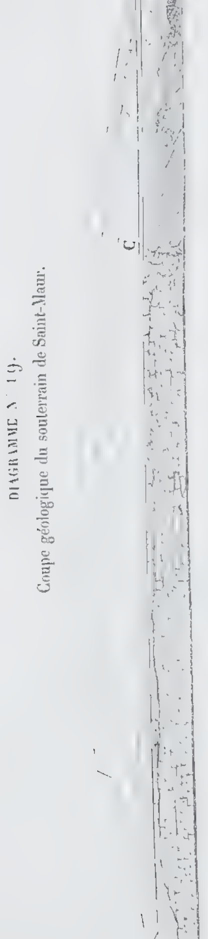


DIAGRAMME N° 19.
Coupe géologique du souterrain de Saint-Maur.

Toutes les roches ébranlées, du côté d'amont, étaient donc emportées, et beaucoup de blocs étaient considérables, car une des assises, que les ouvriers appelaient *banc de 7 pieds*, a $2^{m},30$ de hauteur; du côté d'aval, au contraire, le courant, qui avait bien la force d'affouiller les sables glauconieux, était cependant trop faible pour enlever les roches ébranlées, qui se sont éboulées dans l'affouillement et y sont restées depuis cette époque[1].

Le long de la route départementale de Charenton à Saint-Maur, il existait autrefois un grand nombre de carrières, ouvertes dans les éboulis du calcaire grossier qui règnent sur toute la longueur du coteau, entre le village de Saint-Maur et Charenton. On y voyait, non pas aussi nettement que sur ma coupe, des traces non équivoques

[1] J'ai déjà observé le même fait au tunnel de Saint-Moré, dont j'ai donné la coupe plus haut (dia-

des affouillements anciens. Ces carrières ont été comblées, dans ces dernières années, par les travaux du bois de Vincennes. La coupe du tunnel de Saint-Maur a donc une certaine importance.

Le souterrain qui passe sous la place de l'Étoile a été ouvert pour recevoir l'égout collecteur de la Bièvre. Cet égout traverse la Seine au-dessus du pont de l'Alma, suit l'avenue Joséphine, passe sous la place de l'Étoile, l'avenue Friedland et la rue de Courcelles, aux Ternes et à Levallois. La galerie est ouverte dans le calcaire grossier, qui, de même qu'à Saint-Maur, est coupé en escarpement du côté d'amont. A la place de l'Étoile, point culminant, le calcaire est sillonné de nombreuses fissures verticales et se déverse vers l'aval; il ne tarde pas à disparaître sous l'égout, qui continue son chemin dans les sables moyens.

Le courant frappait avec violence le calcaire grossier sur le coteau concave d'amont, à Chaillot, enlevant tout ce qu'il détachait, et affouillait, du côté d'aval, le coteau convexe, qui s'affaissait.

Il y a donc eu, entre les temps des hauts et des bas niveaux, un relèvement du continent, peu considérable comme fait géologique, mais suffisant, cependant, pour produire de graves perturbations dans le régime des eaux, et pour modifier la forme du fond de la vallée. Mais, bien loin de produire un déluge, ce relèvement a eu pour conséquence un rétrécissement considérable du lit de la Seine, la suppression du marais Saint-Denis, etc., en un mot un amoindrissement de la largeur du lit des cours d'eau.

On peut encore expliquer ces violences, dont les traces sont si apparentes, en admettant que la vallée a été creusée, jusqu'au fond, par les courants diluviens, et qu'elle s'est trouvée remplie, jusqu'au plan supérieur des graviers des hauts niveaux, par le cordon des débris des roches détruites, qui voyageait au fond de la vallée, sous l'impulsion des eaux diluviennes (15).

Mais il faut toujours admettre l'action d'une cascade pour expliquer la séparation des graviers des hauts et des bas niveaux, et, par conséquent, un relèvement brusque du continent entre ces deux phases de l'histoire de notre fleuve. Avec des relèvements lents, comme ceux qu'on constate dans les bas niveaux, il y aurait continuité dans les dépôts de graviers, depuis les plus hauts niveaux jusqu'au fleuve actuel, sur les pentes douces des caps allongés comme celui du bois de Boulogne, par exemple. Or cette continuité n'existe pas; il n'y a pas trace de gravier quaternaire dans la tranchée du chemin de fer de Ceinture entre la rue de Courcelles et la station d'Auteuil.

gramme n° 4). Ce tunnel est ouvert dans les mêmes conditions que celui de Saint-Maur. Les roches, du côté d'amont, forment un escarpement vertical des plus solides. Du côté d'aval, au contraire, elles sont affouillées et sans solidité. Il a fallu voûter immédiatement le souterrain dans cette partie, tandis que le reste a été, pendant plusieurs années, sans revêtement.

CHAPITRE XII.

Lits abaissés de la Seine dans la traversée de Paris. — Coupes des sablières de Grenelle et de Levallois.

36. Si les graviers des hauts niveaux ne se trouvent plus, dans le bassin de la Seine, qu'au fond des anses et sur la pointe des caps, il n'en est pas de même des graviers des bas niveaux, qui se développent en cordon continu dans toutes les grandes vallées des terrains crétacés et tertiaires. Lits abaissés de la Seine et des affluents. (Bas niveaux.)

J'ai fait voir (21) la disposition de ce cordon dans les parties courbes et rectilignes de ces vallées. A Paris, il n'a pas moins de 2 kilomètres de largeur à l'aval des deux tournants du Champ de Mars et du bois de Boulogne, et forme les plages d'alluvion de Grenelle et de Levallois, si connues des géologues, et dans lesquelles on a trouvé un si grand nombre d'ossements et de silex taillés.

Il est très rare, dans les bas niveaux, de trouver des sablières ouvertes dans du gravier complètement imprégné de limon rouge, comme celles des hauts niveaux de la plaine d'Ivry. Le travail d'abaissement des lits s'étant fait sans discontinuité dans ces graviers, l'alluvion et les sables gras qui la couronnent se sont étendus sur toute la surface des graviers de fond, et le limon rouge de débordement n'a pas pénétré dans le terrain de transport, en longues dentelures, comme à l'avenue Daumesnil, ou dans toute la masse, comme sur les plateaux d'Ivry et de la barrière d'Italie (29). Il s'est étendu sur toute la surface, en longue bande, comme dans l'anse de Montreuil. On a donc considéré les sablières de Levallois et de Grenelle, comme des types du diluvium gris, et le gravier de la place de Reuilly (avenue Daumesnil), de la plaine d'Ivry et de la butte aux Cailles, comme des types de diluvium rouge.

Ces noms, je l'ai dit plus haut, doivent être supprimés.

Le cordon des graviers des bas niveaux s'élève, au maximum, à l'altitude de $38^{m},90$ à la carrière du Chevaleret, en amont de Paris, et s'abaisse, en pente douce, jusqu'au fleuve, dont l'étiage, dans cette partie, est à l'altitude de $26^{m},30$. Sur l'autre rive, dans la rue de Charenton et la petite rue de Reuilly, il est à l'altitude de $35^{m},23$; sur la rive convexe du tournant du Champ de Mars et à Grenelle, il est tout entier sur la rive gauche, conformément à la loi formulée plus haut (21).

Sa plus haute altitude, en arrière des Invalides et dans la rue de Sèvres, à

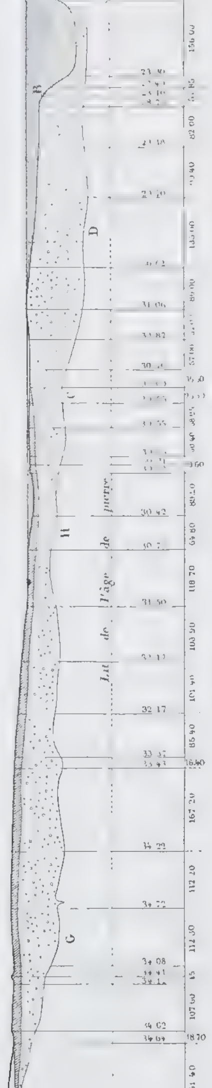


DIAGRAMME N° 20.
Coupe du lit des bas niveaux de la Seine à Levallois.

Grenelle, est sensiblement de 36 mètres. Il s'abaisse de là, en pente douce, jusqu'à la Seine, dont l'étiage, vers le pont de Grenelle, est à l'altitude de $24^{m},67$.

37. En construisant l'égout collecteur de la Bièvre à Levallois, j'ai coupé, perpendiculairement à la Seine, l'ancien lit des bas niveaux de l'âge de la pierre (ligne OP, planche 3). Je donne ci-contre cette coupe, qui me permet de résumer en peu de mots ce que j'ai dit du travail d'abaissement des lits.

Le village de Levallois est situé à l'aval de la convexité du grand tournant que décrit la Seine à la sortie de Paris (tournant du bois de Boulogne, 21).

On voit que le bord A de la berge la plus ancienne est à l'altitude de $34^{m},70$ environ; le bord de la berge du fleuve actuel est à l'altitude de $27^{m},40$; l'abaissement total à Levallois a donc été de $7^{m},30$. Entre ces deux berges, l'ancien lit est entièrement rempli de gravier et de sable.

Le gravier de fond et l'alluvion sont fort difficiles à distinguer, comme dans la plupart des sablières; mais, comme dans les autres anses et tournants du fleuve parisien, le gravier de fond est caractérisé par la présence des ossements, et, de plus, par de nombreux silex taillés. Ces objets ont été trouvés, tout le long de cette coupe, à 2 ou 3 mètres au plus au-dessus de la ligne de fond AGHCDE.

Le dernier des grands lits de l'âge de la pierre est très nettement indiqué entre les lettres CDE. Le gravier de fond de ce lit était au niveau de celui de la Seine actuelle.

L'alluvion s'est faite presque entièrement en gravier et en sable. Elle se compose d'une zone de limon assez épaisse, vers la rive du fleuve moderne.

Il n'y a pas trace de tourbe.

Cette coupe justifie complètement ma classification des terrains de transport (23). Lorsque le fleuve coulait dans la partie AB de cet ancien lit, une couche de gravier en tapissait le fond; c'est ce que j'ai appelé *le gravier de fond*. Puis, le fleuve ayant abaissé son niveau sur la rive gauche, alluvionna sur la rive droite, comblant la partie du lit qu'il abandonnait, de telle sorte que la berge, qui était d'abord au point A de la coupe, s'est rapprochée progressivement de la berge B de la rivière moderne; le gravier qui a rempli ainsi le lit abandonné est l'alluvion.

Au-dessus de l'alluvion s'étend la couche de sables gras, puis la petite zone de cailloux non roulés, puis enfin la couche de limon rouge. Ces deux derniers dépôts se sont faits lorsque les graviers qu'ils recouvrent n'appartenaient plus au lit du fleuve; la coupe générale du lit ne permet pas d'en douter; ils sont donc les relais des eaux de débordement.

Toutes les sablières de Sablonville, Levallois et Clichy, sont ouvertes dans l'ancien lit des bas niveaux que représente cette coupe.

Aucun de ces dépôts n'a été formé par une invasion d'eau diluvienne qui aurait surmonté les plateaux du bassin de la Seine, ainsi que beaucoup de géologues l'admettent encore. Un tel phénomène n'aurait pu s'accomplir sans violence; le premier effet de cette violence se serait fait sentir au fond de la vallée, et aurait complètement détruit cet ancien lit fluviatile, si parfaitement conservé.

Si, par la pensée, on rétablit le fleuve de l'âge de pierre dans son ancien lit, on voit, par la disposition de la ligne AGHCDE, qu'il a toujours été plus profond sur la rive concave (rive gauche) que sur la rive convexe. La rivière a donc toujours serré de près le coteau de la rive gauche, c'est-à-dire le *coteau concave* du grand tournant du bois de Boulogne, et le courant réfléchi a toujours apporté les alluvions sur la rive droite, c'est-à-dire *au pied du coteau convexe*. Le lit du fleuve moderne longe encore le coteau de la rive gauche, au lieu de se trouver au milieu de la coupe, comme cela a lieu habituellement lorsque la vallée est rectiligne.

La présence des ossements et des silex taillés, dans la couche de fond de la rive droite, prouve aussi que le fleuve s'est toujours porté vers la rive gauche. Il est certain, en effet, que, si le fleuve avait divagué dans ce grand lit, il aurait bouleversé le gravier de fond et l'alluvion; les ossements et les silex ne se trouveraient plus, comme aujourd'hui, si régulièrement déposés dans le gravier de fond.

Le grand nombre des silex taillés, leur état de conservation, prouvent aussi qu'ils n'ont pas été apportés par les eaux à la place qu'ils occupent aujourd'hui.

Nous reviendrons, dans la quatrième partie, sur cette question importante.

Les dispositions de cette coupe s'appliquent exactement à tous les tournants dont j'ai donné l'énumération (21), et notamment à celui du Champ de Mars. La

coupe des graviers de la plaine de Grenelle est identiquement la même que celle de Levallois, en changeant les noms des rives et les altitudes.

Dans la basse Seine, à partir de Meulan, on trouve une couche de tourbe dans le dernier des grands lits, CDE (54).

Les mêmes faits se constatent dans la plupart des anciens graviers fluviatiles, où l'on trouve des silex taillés et des ossements, non seulement en France, mais encore en Angleterre, en Espagne, en Italie [1]. Dans la plupart des cas, ces objets se trouvent dans les graviers de fond. L'alluvion qui recouvre ces graviers en est habituellement tout à fait dépourvue. Je dis habituellement, car, d'après la définition même de l'alluvion (23), il n'est pas impossible qu'elle renferme des ossements et des silex taillés; mais ces objets y sont rares.

C'est ce qui distingue les terrains de transport des terrains stratifiés. Dans ces derniers, il y a réellement des fossiles caractéristiques des diverses couches, qu'on ne trouve jamais ni au-dessus ni au-dessous de ces couches.

Quoiqu'on trouve quelques ossements et quelques silex taillés jusque dans la partie supérieure des graviers, il n'en est pas moins certain que les restes des animaux et du travail de l'homme, dans les cours d'eau de l'âge de pierre, se rencontrent, comme cela doit être, surtout dans le gravier qui formait le fond du lit de ces rivières, et non dans l'alluvion qui a comblé ce lit lorsque le niveau de l'eau s'est abaissé.

A Saint-Acheul, par exemple, l'examen des lieux ne laisse aucun doute. Les graviers ont été déposés au fond d'une petite anse, à une assez grande hauteur au-dessus du cours actuel de la Somme. Le cours d'eau a donc abaissé son lit, et, par conséquent, a dû combler avec des alluvions les parties qu'il abandonnait. On voit, en effet, dans les sablières que j'ai visitées, une couche de gravier de fond très différente de l'alluvion qui la recouvre, et c'est dans cette couche de gravier de fond qu'on trouve ces haches en silex, répandues dans tous les graviers de la Picardie, que les travaux de M. Boucher de Perthes ont rendues si célèbres.

Cette ligne de séparation de l'alluvion, à Saint-Acheul, est un fait purement local; à Paris, il est absolument impossible de la trouver dans le plus grand nombre des sablières.

Coupe [illegible]

38. La coupe d'ensemble des graviers de Levallois ne donne pas le détail des zones de sable et de gravier. Ouverte au milieu d'une rue étroite, encombrée d'étais, la tranchée de l'égout de la Bièvre n'était pas d'un accès commode. On s'est donc contenté de relever les limites supérieure et inférieure du terrain de transport, et de constater que tous les ossements et silex taillés qui ont été recueillis provenaient des graviers de fond.

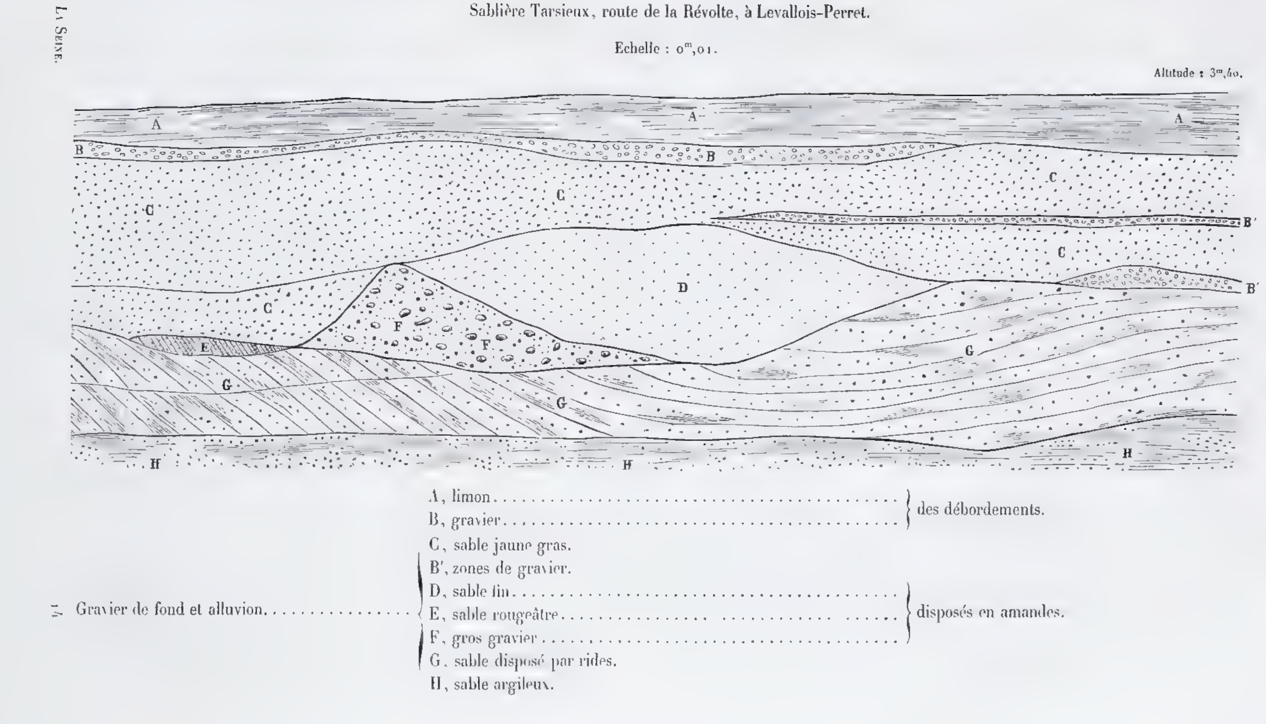
[1] M. Prestwich a constaté ce fait dans la plupart des sablières d'Angleterre; M. de Verneuil, à Rome et à Madrid.

DIAGRAMME N° 21.

Sablière Tarsieux, route de la Révolte, à Levallois-Perret.

Echelle : $0^{m},01$.

Altitude : $3^{m},40$.



A, limon ... } des débordements.
B, gravier ... }

Gravier de fond et alluvion ...
- C, sable jaune gras.
- B', zones de gravier.
- D, sable fin ... } disposés en amandes.
- E, sable rougeâtre ... }
- F, gros gravier ... }
- G, sable disposé par rides.
- H, sable argileux.

Je dois donc donner, comme complément, les coupes de détail les plus intéressantes.

Le diagramme n° 21 est une coupe de la sablière Tarsieux à Levallois, une des plus riches en ossements.

Cette coupe fait voir que ce point du lit du fleuve était le centre d'un tourbillon, lorsque se sont déposés les amas de sable et de gravier EFD. Ces bancs sont, en effet, disposés en amandes; ils ont donc été amenés en masse, et dans une seule crue, par des eaux qui tourbillonnaient autour d'un axe vertical. La disposition des autres zones BCG prouve aussi qu'ils ont été transportés en masse. Les petites zones de gros sable G font très bien voir que ces sables n'ont pas voyagé par couches horizontales, mais par rides. (Expériences de Dubuat, 24.)

Le limon rouge A et la petite zone de gravier non roulé sur laquelle il repose ont été déposés par les eaux des débordements, lorsque la sablière ne faisait plus partie du lit (23-37).

La couche de sable gras C était trop imperméable pour que le limon rouge ait pu la traverser, après le retrait des crues; ce limon n'est donc pas disposé en dentelures, comme celui de l'avenue Daumesnil (28). Il s'est étendu en longues bandes, disposition que j'ai déjà fait remarquer dans les sablières de Montreuil (30), et qui est générale dans les anses et les tournants de la Seine, à Paris, ainsi que dans beaucoup d'autres rivières (36).

Cette sablière est une des plus riches en ossements; il est à remarquer que c'est souvent au centre des tourbillons qu'on fait les plus nombreuses découvertes.

La coupe suivante a été relevée également à Levallois, dans la carrière appartenant à M. Dehaynin.

On y trouve les mêmes faits caractéristiques que dans la coupe précédente; les graviers et les sables sont irrégulièrement disposés, tantôt en zones continues, tantôt en amas ayant la forme d'une amande; les sables gras forment la partie supérieure de l'alluvion, et ont empêché le limon rouge des débordements de pénétrer dans les couches de sable et de gravier déposées en dessous.

La petite couche de gravier des débordements manque dans cette coupe; fait sans importance.

La carrière Dehaynin présente une particularité qui doit appeler notre attention. Plusieurs zones ou amas de graviers du fond de la sablière sont imprégnés d'une poudre noirâtre. M. Reboux a reconnu que cette poussière était du peroxyde de manganèse. J'ai fait constater moi-même la présence du manganèse dans ces sables, au laboratoire de chimie de l'École des ponts et chaussées.

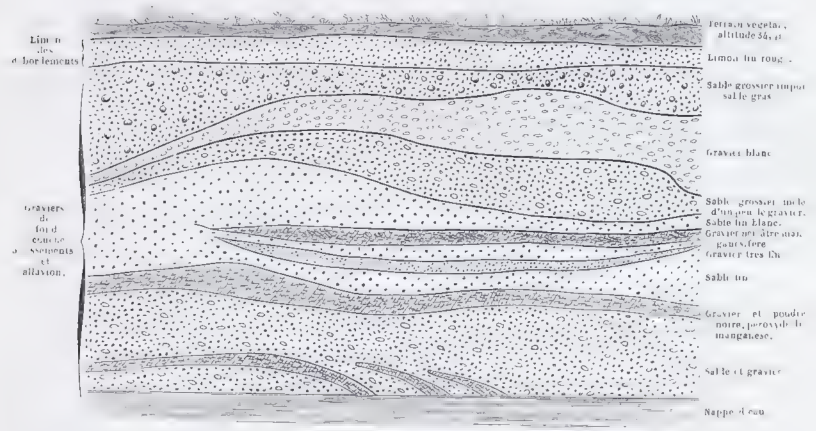
M. le docteur Robert a constaté le premier, je crois, la présence du peroxyde de maganèse dans les terrains de transport de Paris; il en a découvert des traces dans les sablières de la rue de Charonne, et a trouvé une couche assez puissante de ce minerai sur le plateau de Bellevue, près de Sèvres.

Depuis, j'ai souvent reconnu cet oxyde métallique dans le terrain de transport, dans les graviers des hauts niveaux de la rue Monge, dans la sablière des bas niveaux de Saint-Maur, vallée de la Marne, et dans la carrière de cailloux de Malay-le-Vicomte, vallée de la Vanne, en amont de Sens.

DIAGRAMME N° 22.

Sablière Dehaynin, route de la Révolte, 221, village Levallois.

Échelle : 0,01.



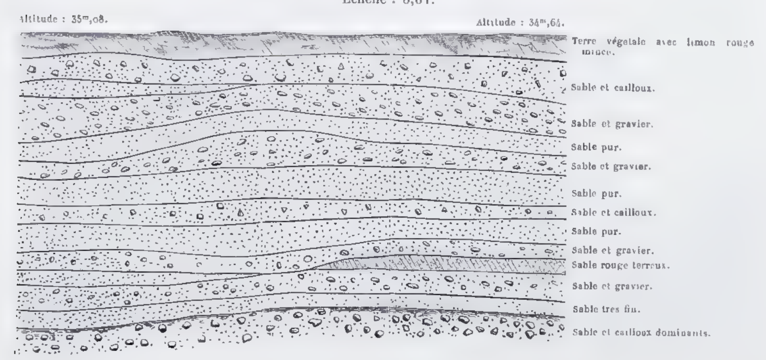
Sur tous ces points, le peroxyde de manganèse se trouve dans le gravier de fond, excepté à Malay-le-Vicomte.

La coupe ci-dessous a été relevée dans la sablière de la rue Dupleix, à Grenelle.

DIAGRAMME N° 23.

Sablière Heudebert, rue Dupleix, à Grenelle.

Échelle : 0,01.



M. Martin y a trouvé de nombreux ossements et des silex taillés, notamment un beau métatarsien et d'autres débris de grands cerfs (*Megaceros* probablement). Cette sablière présente une disposition qu'on rencontre assez fréquemment et qui bouleverse toutes les théories de ceux qui n'admettent pas l'alluvionnement rationnel décrit ci-dessus. Les zones de sable fin, de gravier et de gros cailloux alternent du haut en bas de la carrière; il est absolument impossible d'établir stratigraphiquement la limite du gravier de fond et de l'alluvion, limite qui, il faut bien le dire, est presque toujours incertaine dans les sablières de Paris.

Il me paraît superflu de multiplier ces coupes. Les mêmes dispositions caractéristiques se retrouvent partout, dans les hauts comme dans les bas niveaux. Il est impossible, après les explications qui précèdent, de nier l'origine fluviatile de ces graviers et des limons qui les recouvrent.

CHAPITRE XIII.

Dépôt limoneux du fond des vallées. — Limon gris alternant avec les zones de gravier et de sable et faisant partie des anciens lits. — Limon de débordements. — Limon des débouchés des petites vallées. — Le limon de débordement n'est pas contemporain du limon des plateaux.

Limons du fond des vallées. Limon gris alternant par zones avec les graviers et les sables, dans les lits des anciens cours d'eau.

39. Dans les coupes que j'ai discutées jusqu'ici, figure la couche superficielle de limon de couleur ocreuse qui s'est étendue sur l'alluvion lorsqu'elle ne faisait plus partie du lit, comme on le voit très bien dans la coupe complète du vieux lit de la Seine, à Levallois (37); c'est ce que j'ai appelé *limon des débordements;* dans les sablières, on trouve fréquemment d'autres limons qui alternent avec les couches de gravier et de sable.

Ces limons se sont donc déposés dans le lit même des cours d'eau. Ils sont habituellement de la couleur des terrains qui constituent le pied des coteaux voisins, couleur souvent un peu altérée par un mélange de sablon jaunâtre ou d'oxyde de fer. Ainsi, à Paris, ils sont de couleur grise, comme les marnes du calcaire siliceux de Saint-Ouen et du calcaire grossier, mais tirant un peu plus sur le jaune; ils sont aussi beaucoup plus sableux que ces marnes.

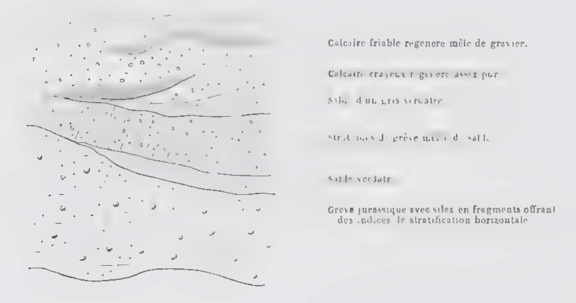
Ils sont très développés sur la rive convexe des tournants, lorsque la rive concave est formée de terrains mous. Ainsi M. Reboux a suivi, sur une grande longueur, depuis Saint-Cloud jusqu'à Clichy, une zone épaisse de limon gris jaunâtre qui, dans les sablières de ces localités, est intercalée entre deux bancs de sable ou de gravier. Ces limons proviennent très probablement de la destruction des marnes tertiaires des coteaux de la rive gauche, où se trouvent aujourd'hui Sèvres, Saint-Cloud, Puteaux, Courbevoie, Asnières; la pente rapide des coteaux annonce une ancienne corrosion de cette rive, et, comme dans tous les cours d'eau où le fait se produit, les détritus, enlevés par l'eau, étaient portés par elle sur la rive opposée.

Cette explication, qui est rigoureusement exacte, prend un caractère d'évidence lorsque le terrain corrodé est d'une couleur spéciale; par exemple, en amont de Troyes, la vieille Seine de l'âge de pierre rongeait, sur sa rive droite, le bas coteau de green-sand qui la séparait de son affluent, la Barse. D'après la loi exprimée ci-dessus, elle portait les alluvions sur la rive gauche, et notamment près de Rosières, où se trouve une immense plage de grève, disposée en pente douce.

Or voici une coupe de la grève de Rosières, donnée par M. Leymerie. On voit sur cette coupe que la grève alterne avec des zones de sable verdâtre, dont l'origine n'est pas douteuse, et qui provient certainement du green-sand de la rive opposée. La forme des strates prouve aussi que l'alluvion a été apportée par des tourbillons.

DIAGRAMME N° 24.

Coupe d'une grévière à Rosières.



Ces limons sont donc peu homogènes, et leur couleur surtout est très variable, quoiqu'elle soit habituellement claire; ils forment une partie de l'alluvion, et, dans certaines vallées très larges, comme celle de l'Oise en amont de Creil, la constituent souvent tout entière.

40. Le limon des débordements, de couleur ocreuse, jaune ou rouge, s'est déposé sur les graviers des vallées, lorsque ces derniers, par suite de l'abaissement du lit des rivières, n'étaient plus couverts d'eau que par intermittence, en temps de débordement. Ce dépôt s'est donc formé, comme il se forme encore aujourd'hui, pendant les crues, sur les plaines qui bordent nos fleuves.

La constance de la couleur ocreuse tient à ce que la plus grande partie des boues en suspension dans l'eau, en temps de crue, provenait des plateaux couverts eux-mêmes de limon rouge. Ces limons étaient entraînés par les eaux pluviales, comme ils le sont encore dans certains bassins, dans celui de la Marne, par exemple. Tous les Parisiens savent que les eaux de cette rivière, et même celles de la Seine, sont de couleur ocreuse en temps de grande crue; mais, dès que la hauteur de la crue diminue, la couleur passe au gris terne. Ce changement de couleur fait comprendre la différence de coloration du limon de débordement et du limon gris dont je viens de parler (39). Lorsque le cours d'eau est en grande crue, quand l'eau est de couleur ocreuse, il est bien rare que les limons se déposent dans le lit, la vitesse de l'eau y étant presque toujours supérieure à $0^m,15$: c'est lorsque la vitesse diminue, par suite de l'abaissement de la crue, que les dépôts

limoneux peuvent se former dans certaines parties du lit; mais alors l'eau a perdu sa couleur ocreuse et les dépôts limoneux sont gris.

Pendant toute la durée du débordement, le limon déposé restait à la surface du sol; mais, lorsque le retrait de la crue s'effectuait, et que l'eau, dont la masse du gravier était momentanément imbibée, s'écoulait, le limon prenait sa place par l'effet de la pression atmosphérique, et pénétrait dans le gravier lorsqu'il n'était pas recouvert de sable gras, à peu près comme les matières limoneuses pénètrent dans le sable d'un filtre. Il est très facile de répéter l'expérience : on remplit en partie un entonnoir de verre, avec un mélange de sable et de gravier; on ferme le goulot avec un bouchon, et l'on verse assez d'eau pour remplir les vides; puis enfin on achève le remplissage avec du limon rouge à l'état de boue liquide. Ce limon reste à la surface tant que l'eau est immobile dans le gravier; mais, si on la fait écouler par un petit orifice, on voit, à l'instant même, la boue rouge descendre et remplir tous les vides abandonnés par l'eau. On comprend donc sans peine comment se sont formées les dentelures rouges des coupes dont j'ai donné la description (28, 29; planche 6); l'existence de ces dentelures est la preuve la plus certaine du mode de dépôt des limons par les eaux de débordement; jamais les limons qui se déposent dans le lit même ne pénètrent par infiltration dans les zones de sable et de gravier.

Le limon descendait à des profondeurs plus ou moins grandes, suivant le degré de perméabilité du terrain de transport; la pénétration était plus complète dans les graviers situés en plein courant, où les sables étaient purs, que dans les anses et sur la rive convexe des tournants, où ils sont impurs. Il n'est plus permis, en présence des coupes des graviers de l'avenue Daumesnil (planche 6, fig. 3 et 4), d'attribuer ces dentelures à des ravinements qui se seraient remplis, après coup, de gravier mélangé de limon.

Quelques géologues ont eu, si je puis m'exprimer ainsi, le sentiment de cette pénétration, sans toutefois l'expliquer; voici ce que je lis dans une note de M. Ch. d'Orbigny :

« Je crois devoir aussi appeler l'attention de la Société sur le diluvium rouge des « environs de Paris (assise C de ma coupe de Joinville). Ce diluvium, à raison de « l'argile ferrugineuse qui le colore fortement, semble, au premier abord, plus « homogène que le diluvium gris erratique; mais ce n'est, en réalité, qu'une fausse « apparence, car il suffit de le laver à plusieurs reprises et d'enlever toute la ma« tière argilo-ferrugineuse, pour constater que le résidu est composé exactement des « mêmes éléments que le diluvium gris. » (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, tome XVII, page 70.)

M. d'Orbigny avait donc très bien vu qu'en enlevant le limon du diluvium rouge on obtenait le gravier ordinaire des vallées, le diluvium gris. De là à ma théorie il n'y a qu'un pas.

Dépôts limoneux des anses, les débouchés des petites vallées et autres localités dans lesquelles les eaux fluviales [illegible]

41. Enfin on trouve, au débouché des vallées secondaires, une troisième espèce de limon qui mérite une attention toute spéciale. L'eau de l'affluent, refoulée par celle du fleuve, perdait sa vitesse qui devenait presque nulle, et les limons en suspension se déposaient un peu en amont du confluent, au fond de la vallée et sur les pentes des coteaux voisins. Dans la traversée des terrains tertiaires, ces dépôts ne s'élèvent guère au-dessus de l'altitude de 63 mètres des hauts niveaux.

Telle est l'origine des limons qui tapissent les flancs de la vallée de la Bièvre, entre les fortifications de Paris et Bourg-la-Reine. Ce dépôt est très nettement séparé du limon rouge des plateaux de Villejuif et de Montrouge ; nous en traversons une couche épaisse, qui s'élève jusqu'à l'altitude de 63 mètres environ, dans les fondations du pont-aqueduc d'Arcueil. Ce limon de couleur jaunâtre est rempli de petits tubes calcaires; c'est ce qu'on appelle encore aujourd'hui *loess*, autre nom très propre à embrouiller la science.

Il existe un dépôt du même genre au débouché de la vallée d'Orge. On en voit une très belle coupe derrière la station du chemin de fer d'Orléans, à Savigny. Sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne, il s'élève à $59^{m},90$ d'altitude.

Je citerai encore le dépôt limoneux de Mantes-la-Ville, à l'extrémité de la vallée d'un petit affluent de la Seine, la Vaucouleurs, qui débouche à Mantes. Le village de Mantes-la-Ville est bâti à l'extrémité du coteau, qui termine le côté gauche de cette vallée, et un épais dépôt limoneux tapisse le contour de ce coteau, jusqu'à l'altitude de 60 mètres; comme celui d'Arcueil, les dépôts de la vallée d'Orge et de Mantes-la-Ville sont criblés de petits tubes calcaires.

Il faut rapporter à la même origine les dépôts limoneux de certaines grandes vallées, notamment de celle de l'Oise. Le lit des hauts niveaux de cette rivière, jusqu'à la limite de la Champagne, ne s'élève pas au-dessus de l'altitude de 60 mètres; et, comme son débit était incomparablement moindre que celui de la Seine, qui coulait également à la même altitude, il en résultait un refoulement et une grande diminution de vitesse, à l'époque des hauts niveaux. Il y a donc eu un énorme dépôt de limon, surtout en amont de Compiègne, principalement dans les anses dont il a été question ci-dessus (7).

Je viens de dire qu'à l'époque des bas niveaux l'alluvion de la vallée de l'Oise s'était souvent formée de limon : c'est ce qu'on constate dans plusieurs sablières très connues, notamment à Viry-Noureuil et à Précy-sur-Oise. Ce limon de couleur jaune, qui repose directement sur le gravier du fond, ne doit pas être confondu avec le limon des débordements; il s'est déposé dans le lit même de l'Oise.

Tout ralentissement de vitesse de l'eau, dû à une cause quelconque, déterminait un dépôt limoneux. Ainsi l'étranglement de la vallée de la Seine, à l'aval de Moret, augmentait considérablement la profondeur du fleuve dans cette partie ; il en résultait une grande accumulation d'eau, en amont, dans la large vallée de l'Yonne, au-dessus de Montereau. De là, diminution de vitesse et dépôt de boue.

On voit à Villeneuve-la-Guyard, sur le bord de la route, une très belle coupe de ces boues qui appartiennent aux hauts niveaux, et qu'il ne faut pas confondre avec le limon de débordement des bas niveaux. Elles s'étendent sur toute la longueur du coteau de la rive gauche, au pied duquel elles forment un escarpement, tandis que le limon rouge de débordement des bas niveaux couvre le gravier du fond de la vallée.

On trouve des dépôts limoneux au fond des vallées dans des positions qui varient à l'infini. Souvent ils proviennent des plateaux et ont été entraînés sur les pentes ou dans les dépressions du sol, tantôt par les eaux pluviales, tantôt par des cours d'eau aujourd'hui taris. La disposition topographique des lieux fait toujours voir que le dépôt doit être attribué à un ralentissement de vitesse de l'eau.

Ces limons, déposés dans des conditions si variées, sont très différents de composition. Quelques-uns ressemblent au loess du Rhin. J'ai cité ci-dessus les limons de Mantes-la-Ville, des vallées de la Bièvre et de l'Orge; j'en trouve plusieurs dépôts sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne, notamment au-dessus de Sens, dans une vallée secondaire, un autre au niveau du limon des plateaux, près de la ferme de Beauvais, entre l'École et l'Essonne; ce dernier est diluvien, tandis que les autres sont fluviatiles.

Il n'est pas rare de trouver des ossements dans ces dépôts.

Il n'y a pas continuité réelle entre le limon du plateau et le limon du fond des vallées

42. J'ai cherché à démontrer (16) que les limons des plateaux de la Brie étaient réellement diluviens, et que leur origine remontait à l'époque de la destruction des terrains miocènes. La plupart des géologues ne partagent pas cet avis, et veulent en faire un dépôt plus récent que les graviers des grands cours d'eau. Suivant eux, le limon des plateaux et celui qui recouvre les pentes et le fond des vallées sont contemporains. Ils se basent, pour soutenir cette opinion, sur les faits suivants : en Belgique et en Picardie, ces limons se relient souvent sans discontinuité; dans le bassin de la Seine, on les trouve en apparence semblables, non seulement sur les plateaux, mais sur toutes les terrasses et sur les graviers des anciens fleuves. Ils admettent donc que l'ère de l'âge de pierre a été terminée par une nouvelle inondation générale, qui a déposé partout cet immense tapis de limon; les anciennes boues glaciaires de la Suisse auraient été emportées par ce déluge, et réparties ainsi à la surface du continent.

Nous avons vu que quelques géologues trouvaient de l'analogie entre certains limons gris des cours d'eau et le loess du Rhin. D'autres, beaucoup plus nombreux aujourd'hui, et notamment sir Ch. Lyell, donnent une origine commune au loess et au limon rouge des plateaux et du fond des vallées. Avant d'admettre un fait aussi grave, il faut discuter les preuves.

La première et la plus décisive paraît être la continuité du dépôt de limon rouge sur les plateaux, les coteaux et le fond de quelques vallées, en Belgique

et en Picardie; cette continuité, notamment dans la vallée de la Somme près de Saint-Acheul, est un fait que personne ne saurait nier. Mais j'ai constaté que les mêmes terrains, dans une autre localité, près de Cambrai, au village d'Escaudœuvres, descendaient des plateaux, non seulement sur la pente des coteaux, mais encore sur les *tourbes* de la vallée de l'Escaut, dont le fond, dans cette localité, n'a guère moins d'un kilomètre de largeur. J'ai vérifié le fait dans une propriété de près de 100 hectares, et l'on m'a affirmé qu'il en était ainsi dans un grand nombre de localités de la même vallée; le rougeon, ou limon des plateaux, recouvre la tourbe sur 1 à 2 mètres d'épaisseur. Sur ce point, le moindre paysan est un excellent observateur, car le rougeon est fertile; c'est la riche terre du Nord, tandis que la tourbe est presque stérile.

Je ne pense pas qu'aucun géologue admette que le terrain hesbayen, le rougeon du Nord, le limon rouge des plateaux du bassin de la Seine, aient été déposés postérieurement à la tourbe; et alors il faut bien reconnaître que le rougeon qui recouvre le fond de la vallée de l'Escaut y a été amené tout simplement, dans les temps modernes, par les eaux pluviales. Il n'est donc nullement démontré que la continuité du manteau rouge entre les plateaux et le fond des vallées existât dans l'origine.

Cette première preuve, la plus forte aux yeux des géologues, n'est donc pas solide et ne soutient pas la discussion. Le limon des plateaux de Picardie a été entraîné sur les pentes par les eaux pluviales, comme le rougeon du Nord sur les marais de l'Escaut.

Cela ne peut être mis en doute lorsqu'on examine ce qui s'est passé sur des collines plus élevées que celles de la Picardie ou du département du Nord, par exemple sur celles qui bordent l'Yonne ou la Marne. Là aussi le limon des plateaux a été entraîné sur les pentes, mais il n'est pas toujours arrivé au fond des vallées, et l'on voit souvent une large zone blanche de craie ou de calcaire lacustre de Saint-Ouen entre le limon éboulé sur les pentes et le limon qui recouvre le gravier des vallées.

Il n'y a, du reste, aucune identité de composition chimique entre les limons; la proportion du sable et de l'argile varie dans les limites de 10 à 90. On l'a vu plus haut (16).

Je persiste donc à croire qu'il n'y a aucune relation d'âge entre le limon des plateaux et celui qui recouvre les graviers des vallées. Le premier est d'origine diluvienne, c'est le plus ancien terrain de transport du bassin de la Seine; l'autre, d'origine fluviatile, se dépose encore aujourd'hui sur les bords de nos cours d'eau, en temps de débordement.

CHAPITRE XIV.

Calcul du débit d'une crue à l'époque des hauts niveaux; justification de l'existence des grands cours d'eau.

43. Nous connaissons assez le régime de notre fleuve pour chercher à calculer son débit en temps de grandes crues.

Calcul du débit des eaux à l'époque des hauts niveaux.

Lorsqu'il coulait à son plus haut niveau, sa largeur, entre la barrière de Montreuil et celle d'Italie, était d'environ 6 kilomètres. Au fond de l'anse de Montreuil, l'altitude de son lit était, à très peu près, 50 mètres[1].

L'altitude du limon rouge déposé par les eaux de débordement au-dessus de la sablière de la route de Fontainebleau, près de l'ancienne barrière d'Italie, et au magasin à fourrage de celle de Vaugirard, est très sensiblement de 63 mètres. Cette altitude est celle des plus grandes crues. Il résulte de là qu'à l'anse de Montreuil la profondeur d'eau dans les débordements était de 63 − 50 mètres = 13 mètres.

A la barrière d'Italie, elle ne paraît pas avoir dépassé 7 mètres. Il est probable que, dans le milieu du lit, le fleuve était un peu plus profond; mais, en prenant, pour sa profondeur moyenne, la moyenne des deux nombres qui précèdent, soit $\frac{13+7}{2} = 10$ mètres, on trouve que la section de l'eau d'une crue du fleuve, ce que les ingénieurs appellent *la section mouillée,* était de 60000 mètres carrés environ, entre les barrières d'Italie et de Montreuil.

Si nous connaissions la vitesse de l'eau, nous aurions immédiatement le débit.

Cette vitesse n'était pas grande, puisque la pente entre la limite de la Champagne et la mer était extrêmement faible. Nous en trouvons une autre preuve dans l'état des graviers, qui sont à peine roulés à l'avenue Daumesnil, où l'on était cependant en plein courant.

Il paraît donc probable qu'à ces époques anciennes, dans la traversée des terrains tertiaires, la Seine roulait sur le gravier de fond sans le déranger, absolument comme aujourd'hui; depuis qu'on fait des observations régulières sur le régime de la Seine, on constate qu'elle ne déplace jamais le gros gravier qui

[1] Altitude du sol	55m,10
Hauteur de l'alluvion	5 ,10
Différence, altitude du gravier de fond	50 ,00

tapisse son lit. Dans l'âge de pierre, *c'était seulement lorsqu'elle modifiait son lit en l'abaissant qu'elle déplaçait les graviers*, en les affouillant, en les faisant couler de l'amont vers l'aval, ou en les jetant sur les rives qu'elle abandonnait. Puis, un nouveau régime permanent s'établissait, et les graviers de fond reprenaient leur immobilité.

La grosseur des graviers ne nous indique donc nullement quelle pouvait être la vitesse du fleuve dans les grandes crues. Nous savons seulement, par l'étude des sablières, qu'il ne se déposait jamais de limon en plein courant, même en temps de basses eaux, et que, par conséquent, la vitesse ne tombait jamais, au fond du lit, au-dessous de $0^m,20$ par seconde.

D'après ce qui vient d'être dit, le fleuve, lorsque son régime était stable, ne charriait, dans les crues, que du sable, ou peut-être du petit gravier semblable à celui que la Seine déplace encore, et qui n'a pas plus de $0^m,01$ dans sa plus grande dimension. En effet, dans les sablières, on sépare ce petit gravier, qui se vend pour sabler les allées des jardins, et chacun a pu reconnaître qu'il est complètement roulé; j'ai constaté le fait à Montreuil, notamment dans la sablière Savart. Si l'on admet cette hypothèse, la plus grande vitesse des crues, au fond du lit, ne devait pas dépasser beaucoup $0^m,70$ par seconde, vitesse nécessaire pour déplacer le petit gravier (24).

Mais quelle était la vitesse moyenne correspondante? Aujourd'hui, la vitesse de la Seine dans les crues varie, entre Mantes et Paris, de $0^m,70$ à $1^m,40$, et la plus grande dimension des graviers déplacés est de $0^m,01$.

Il est probable que la vitesse moyenne des grandes crues était plus petite que $1^m,40$ dans l'âge de pierre; car alors celle du milieu du lit aurait été beaucoup plus grande, et les gros graviers auraient été déplacés. D'après l'état de ces graviers, on peut admettre que la vitesse moyenne n'a pas dépassé 1 mètre par seconde.

Si le fleuve ne charriait que du sable et ne déplaçait pas le petit gravier, la vitesse moyenne devait être plus faible, et l'on est conduit, par des considérations analogues à celles qui précèdent, à une vitesse moyenne de $0^m,45$ par seconde.

Ainsi, même en basses eaux, la vitesse de fond en plein courant ne tombait jamais au-dessous de $0^m,20$, et, dans les plus grandes crues, elle devait être comprise entre $0^m,45$ et 1 mètre. Avec le premier de ces deux chiffres, on trouve que le débit des plus grandes crues devait être :

$$60000 \times 0^m,45 = 27000 \text{ mètres cubes par seconde,}$$

et avec le second :

$$60000 \times 1 \text{ mètre} = 60000 \text{ mètres cubes par seconde.}$$

Si la section avait été uniforme sur toute la longueur du fleuve, la vitesse de

$0^m,45$ correspondrait à une pente kilométrique de $0^m,008$; la vitesse de 1 mètre, à une pente kilométrique de $0^m,35$. On a dit plus haut que la longueur totale du fleuve, entre Paris et la mer, devait être alors de 227 kilomètres seulement; la pente totale aurait donc été :

Avec la vitesse $0^m,45$, de $227 \times 0^m,008 = 1^m,816$;
Avec la vitesse 1 mètre, de $227 \times 0^m,035 = 7^m,95$.

Le premier de ces nombres semble justifié par la faible pente des graviers des hauts niveaux, qui sont tous à la même altitude, on l'a vu ci-dessus, depuis la Ferté-sous-Jouarre et Melun jusqu'à Elbeuf.

Le débit du fleuve est resté longtemps très considérable; car, lorsque son lit s'est abaissé à l'altitude de $38^m,90$ à la carrière du Chevaleret, sa section mouillée était encore de 40000 mètres carrés environ, et sa portée devait être peu différente des portées indiquées plus haut (29). Il y a eu, au contraire, un changement subit, une diminution de débit considérable, à l'époque des tourbes, comme on va le voir dans la troisième partie.

Ainsi, pendant toute la durée de l'âge de la pierre, on ne constate, dans le bassin de la Seine, aucune révolution subite dans le régime des eaux; le continent paraît s'être relevé de 60 mètres environ. Ce mouvement a été certainement plus rapide à l'époque qui correspond au passage des hauts et des bas niveaux; il est très probable qu'à cette époque il y a eu un relèvement brusque d'une cinquantaine de mètres.

L'opinion des géologues qui veulent faire pénétrer les boues glaciaires dans le bassin de la Seine, à l'époque où s'est opérée la fonte des grands glaciers, me paraît insoutenable. Il n'y a jamais eu de glaciers dans ce bassin; on n'y constate pas de traces de moraines. Une invasion des boues glaciaires des Alpes était impossible du côté d'amont, les vallées de la Saône, de l'Arroux, de la Meuse, formant des obstacles infranchissables, et il n'y a certainement eu aucune submersion provenant de l'aval.

Cela est démontré par la régularité du lit des bas niveaux, resté à peu près intact; par la disposition des graviers descendant tous de l'amont vers l'aval et ne remontant jamais de l'aval vers l'amont; par celle des contreforts des vallées, tous coupés en pente rapide du côté d'amont, en pente douce du côté d'aval.

Les partisans de ce système disent que l'invasion a été lente, et que les eaux, s'élevant progressivement, n'ont produit aucun bouleversement. Cela est physiquement impossible; les grandes masses d'eau exercent une action destructive, non seulement par la violence des courants, mais encore par les tempêtes qui les agitent, par les vagues qui battent les rivages. On ne trouve aucune trace de ces actions violentes dans le bassin de la Seine.

Une invasion lente aurait, d'ailleurs, opéré la séparation des divers éléments du limon glaciaire; les parties grossières seraient restées en route, et l'homogénéité de composition qu'on annonce n'existerait pas. De plus, les cours d'eau auraient été refoulés, et les flancs des vallées seraient tapissés, non pas de boue glaciaire, mais de boue fluviale, ce qui est contraire à l'hypothèse des partisans de ce système.

[illegible] l'existence [illegible]

44. L'existence des grands cours d'eau dont il vient d'être question paraît, au premier abord, inconciliable avec la faible étendue de leurs bassins; mais, lorsqu'on connaît bien le régime de la Seine, on voit facilement qu'avec de très légères modifications de climat on arrive à des modifications et des augmentations énormes de débit.

DIAGRAMME N° 25.

Courbe d'une grande crue de la Seine.



La figure ci-dessus représente une des grandes crues de la Seine, la plus forte du XIXe siècle: elle a commencé le 15 octobre 1801 et s'est terminée vers le 19 janvier 1802; elle a donc duré 96 jours. Elle atteignait sa hauteur maximum le 3 janvier 1802.

Mais ce qu'elle a de remarquable, c'est qu'elle n'est due à aucun phénomène

météorologique extraordinaire. Voici ce qu'en dit M. l'ingénieur Brasle, qui en a fait la description :

« L'inondation de l'an x présente un caractère et des circonstances qui méritent « de fixer l'attention des savants..... Il n'y avait presque point eu de neige : « à la vérité, des pluies assez fréquentes étaient tombées pendant les six mois qui « avaient précédé l'inondation; mais elles avaient été si peu abondantes que, dans « le cours de ces six mois, la Seine ne s'était pas soutenue à 1 mètre au-dessus « des plus basses eaux de 1719..... Ce fut en brumaire seulement que les eaux « s'élevèrent au-dessus du second mètre; et le dernier jour de ce mois (21 no- « vembre 1801), elles n'étaient qu'à $1^{m},83$. »

En appliquant la règle d'après laquelle je détermine d'avance la hauteur probable de chaque crue de la Seine, on trouve que celle de 1802 a été produite par quinze crues successives des affluents. J'ai indiqué, au-dessous de la figure de la crue du fleuve, la position et la hauteur moyenne de ces crues pour huit petits cours d'eau, sur lesquels je fais des observations depuis quinze ans. Or ces crues sont très ordinaires, et la plus grande se produit habituellement tous les ans. Ce qu'il y a eu d'extraordinaire, ce qui a été la cause de ce grand débordement de la Seine, c'est la succession, à courts intervalles, d'un si grand nombre de petites crues et des pluies auxquelles elles sont dues. Néanmoins, comme le prouve le passage précité du mémoire de M. Brasle, ces petites pluies répétées n'avaient nullement frappé l'attention publique, et les savants se demandaient d'où pouvaient provenir de si grosses eaux.

Si, au lieu de quinze crues inégales, divisées, comme on le voit sur la figure, en trois séries, les affluents avaient éprouvé quinze crues égales à la plus grande, se succédant à deux ou trois jours d'intervalle sans interruption, il est probable que les Parisiens se seraient plaints de la continuité du mauvais temps; mais ils n'auraient pas cru à un changement de climat, car la pluie tombée chaque jour aurait été loin d'atteindre la hauteur des grandes averses d'été, et cependant l'étonnement de M. Brasle aurait été bien grand, car les eaux du fleuve se seraient élevées, au pont de la Tournelle, non pas à $7^{m},45$, comme le 3 janvier 1802, mais probablement à plus de 15 mètres, peut-être à 20 mètres, et le débit se serait ainsi rapproché de celui des fleuves de l'âge de pierre.

Mais ces considérations sont bien plus frappantes si, au lieu de la Seine, on examine le régime de la Loire.

A partir du Bec-d'Allier jusqu'à la mer, le débit des plus grandes eaux connues de ce fleuve est presque constant et égal à environ 10000 mètres cubes par seconde. Il semble donc que les affluents moyens et inférieurs n'ajoutent rien à sa portée, et cependant on sait, au contraire, que les grandes crues peuvent être produites par ces affluents agissant seuls.

Ce fait singulier tient à ce que la crue de la partie supérieure du fleuve est de six ou sept jours en retard sur celle des affluents moyens et inférieurs, et, comme celle-ci est de très courte durée, elle est toujours écoulée lorsque arrivent les eaux de la haute Loire et de l'Allier.

Que faudrait-il donc pour que la portée de la Loire, au-dessous du confluent de la Maine, fût de 30000 mètres cubes par seconde et plus, au lieu de 10000 mètres cubes? Il faudrait que les pluies qui produisent les crues, sans augmenter d'intensité, fussent d'assez longue durée pour soutenir les crues du Cher, de la Vienne et de la Maine jusqu'à l'arrivée des eaux de la haute Loire et de l'Allier.

On comprend donc facilement qu'avec des pluies fort ordinaires, mais très prolongées, tombant à de très courts intervalles, pendant un ou deux mois, le fleuve remplirait encore le lit énorme qu'il occupait dans les temps géologiques, sans que personne songeât à en conclure que les lois atmosphériques de cette partie de la France fussent changées. Nous ne savons pas, en effet, pourquoi les pluies qui alimentent les grandes crues, comme celles de 1802, ne se reproduisent pas tous les hivers, et surtout pourquoi elles ne se prolongent pas pendant quinze jours, un mois et deux mois.

Examinons encore la crue de septembre 1866, qui est la plus grande crue connue des affluents de la Seine et de l'Yonne. Nous allons reconnaître pourquoi elle n'a été que d'une médiocre hauteur à Paris, tandis qu'elle a causé d'incalculables ravages dans le val de la Loire.

Cette crue a été produite par une pluie torrentielle, de trente heures environ, tombée du 22 au 24 septembre, dans les parties hautes du bassin de la Seine.

Dans la haute Yonne, la hauteur de pluie tombée a varié, suivant les localités, entre	81 et 151 millimètres.
Dans la basse Yonne, entre	69 et 102
Dans le bassin de l'Armançon, entre	75 et 134
Dans le bassin de la Seine proprement dit, en amont de Paris, entre	35 et 124
Dans le bassin de la Marne, entre	44 et 86, etc.

Les affluents de l'Yonne ont éprouvé une crue formidable. On a calculé que l'Armançon, à Aisy, ne débitait pas moins de 800 mètres cubes par seconde. On ne peut guère évaluer à moins de 500 mètres les débits séparés du Serein à Guillon, de la Cure à Saint-Père, de l'Yonne à Clamecy. Ces quatre rivières, dont les versants n'ont ensemble que 3511 kilomètres carrés de superficie, débitaient donc ensemble environ 2300 mètres cubes d'eau par seconde, tandis que la Seine, à Paris, dont le bassin n'a pas moins de 43270 mètres carrés, n'a

débité, au maximum de la même crue, que 1250 mètres cubes environ par seconde.

Cette singulière anomalie tient à un fait bien simple, à ce que les crues de ces quatre rivières, qui ont passé les premières sous les ponts de Paris, n'y sont pas arrivées ensemble, y ont passé successivement, et ont précédé de plusieurs jours l'arrivée des crues des autres affluents.

Que fallait-il pour que la crue de Paris dépassât toutes les crues connues? Que la pluie des 23 et 24 septembre continuât avec la même intensité pendant trente heures de plus, le 25 et le 26. En effet, j'étais alors en Bourgogne, et j'ai constaté sur place que les affluents les plus violents avaient atteint leur hauteur maximum vers le 24 septembre, mais qu'ils étaient rentrés dans leur lit le 26 au matin, tandis que les affluents les plus lents, les plus tranquilles, n'avaient atteint leur maximum que vers le 26 dans la journée.

Ces crues violentes et ces crues tranquilles ont donc passé sous les ponts de Paris les unes après les autres.

Il est bien évident que, si la pluie avait duré avec la même intensité jusqu'au 26, la crue des affluents violents se serait soutenue au delà de cette date, c'est-à-dire au delà du jour où j'ai constaté le maximum de la crue des affluents lents. Les ponts de Paris auraient donc débité, par seconde, non seulement les 2300 mètres cubes de l'Yonne, de la Cure, du Serein et de l'Armançon, mais encore le produit des autres affluents, de la Seine proprement dite, qui était en retard, de la Marne, qui n'a rien donné et pouvait doubler le produit de l'Yonne.

Ainsi l'on peut se figurer très facilement, en doublant ou triplant la durée de la pluie, en la supposant d'intensité égale sur tout le bassin, que le débit de la crue parisienne aurait été de 10 à 12000 mètres cubes par seconde, quatre fois plus grand que celui de la plus grande crue connue, celle de février 1658, qui atteignit 2400 mètres cubes par seconde seulement.

Il en aurait été de même dans le bassin de la Loire, et le fleuve, à Saumur, aurait certainement débité 20 à 30000 mètres cubes par seconde, si la pluie était tombée avec une intensité égale sur tout le bassin, et si, quatre ou cinq jours après la première crue, les affluents inférieurs, le Cher et la Vienne, avaient éprouvé une seconde crue semblable.

Mais, après trente heures, cette pluie violente a cessé tout à coup, le beau temps est revenu, et nous n'avons pas eu à déplorer les catastrophes qui auraient été la conséquence forcée d'une prolongation de la pluie.

On voit donc qu'avec de très petites modifications dans les lois météorologiques, lois qui nous échappent, l'existence des grands cours d'eau devient possible. Mais elle se trouve complètement démontrée, si l'on tient compte des faits qui suivent.

Avec notre climat actuel, les eaux pluviales ne ruissellent à la surface du sol,

dans le bassin de la Seine, que dans les terrains suivants : granit, lias, craie inférieure, argile plastique, argiles du Gâtinais, de la Brie, de Satory et des sources de l'Eure. Elles ne ruissellent jamais et sont toujours absorbées sur place par les calcaires oolithiques, la craie blanche, les sables et les calcaires éocènes, par les calcaires de Beauce et les sables de Fontainebleau, par les limons des plateaux que la craie draine, et enfin par les terrains de transport du fond des vallées. Cette absorption des eaux pluviales diminue énormément le débit maximum des crues, en augmentant leur durée, puisque ces eaux passent par les sources pour se rendre dans le lit des rivières.

Or je démontrerai (55, 90) que, dans l'âge de la pierre, les pluies étaient tellement abondantes, que leurs eaux ruisselaient à la surface des terrains les plus perméables. Il résultait de là que la première partie de la crue de Paris, celle qui est due aux terrains imperméables, était considérablement augmentée, et que la deuxième partie, due aux eaux de sources, était aussi beaucoup plus grande, puisque, les eaux ruisselant à la surface du sol, les sources étaient alimentées, autant qu'elles pouvaient l'être, l'absorption des eaux pluviales dans les terrains perméables étant alors au maximum.

Nous pouvons nous rendre compte de ce qu'aurait été, dans ces nouvelles conditions, la crue de septembre 1866.

Les terrains perméables et imperméables du bassin de la Seine occupent les surfaces suivantes :

TERRAINS IMPERMÉABLES.

	Kilom. carrés.
Granit	1685
Lias	2520
Craie inférieure	5550
Argiles du Gâtinais	3700
——— à meulières et de Brie	4470
——— à meulières supérieures	440
——— des sources de l'Eure	1025
TOTAL	19390

TERRAINS PERMÉABLES.

Calcaires oolithiques	13950
Craie blanche	16610
Sables, calcaires et gypses éocènes	6475
Calcaires de Beauce et sables de Fontainebleau	4420
Limons des plateaux drainés par la craie, vallée d'Eure, Vexin, pays de Caux, forêt d'Othe	11880
Terrains de transport des vallées	5875
TOTAL	59210

A l'époque où les pluies étaient assez abondantes pour n'être pas absorbées en totalité par ces 59210 kilomètres carrés de terrains perméables, la superficie totale des terrains laissant ruisseler l'eau à leur surface était donc de 78600 kilomètres carrés, c'est-à-dire quatre fois plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Or, si nous admettons que, dans l'âge de la pierre, les pluies fussent d'assez longue durée pour que tous les maxima des crues passassent ensemble à Paris, et assez abondantes pour que le ruissellement à la surface de tous ces terrains fût égal à ce qu'il était pendant la crue de septembre dans la vallée de l'Armançon, nous serons au-dessous de la vérité, puisque, malgré l'extrême intensité de la pluie des 23 et 24 septembre, le ruissellement n'a pas eu lieu à la surface de ces terrains perméables; et cependant nous arriverons à un débit énorme; car, la surface du bassin de l'Armançon étant de 1490 kilomètres carrés, et le débit ayant été de 800 mètres cubes ou de 540 litres par kilomètre carré pour les 78600 kilomètres carrés du bassin, le débit aurait été de 42444 mètres cubes et se rapprocherait de la portée de la Seine calculée ci-dessus.

L'existence de ces grands cours d'eau est donc démontrée par le fait même du ruissellement des eaux pluviales à la surface de terrains qui sont cependant assez perméables pour absorber en totalité, aujourd'hui, tout le produit de nos pluies.

Le climat du bassin de la Seine était tel, que la pluie tombée s'écoulait presque entièrement par les cours d'eau. En effet, la température moyenne d'été de l'âge de la pierre ne devait guère dépasser celle des contrées où le renne, qui vivait alors dans notre pays, s'est réfugié aujourd'hui. Ce fait seul devait apporter un immense changement dans le régime de nos rivières.

M. Dausse a démontré qu'il tombait, dans les six mois chauds, deux fois plus d'eau de pluie que dans les six mois froids, mais que cette eau, enlevée par l'évaporation, ne profitait point aux rivières. Avec la température d'été qui convient au renne, l'évaporation serait presque nulle; la pluie profiterait donc aux rivières en toute saison. On voit déjà quelle augmentation considérable il en résulterait dans leur débit.

En résumé, avec les modifications des lois météorologiques, qui sont démontrées par le ruissellement des eaux de pluie à la surface des terrains perméables, par la présence du renne et de la marmotte sous notre latitude, on explique fort bien l'existence de ces anciens cours d'eau, qu'on a peine à admettre d'abord, car la petite étendue de leurs bassins ne paraît pas en rapport avec l'énormité de leurs débits, si surtout on compare ces débits à ceux de la Seine moderne.

Voici, en effet, les débits par seconde des huit plus grandes crues observées à Paris depuis 1649 :

	HAUTEUR AU-DESSUS DE ZÉRO de l'échelle du pont de la Tournelle	DÉBITS PAR SECONDE.
	mètres	mètres cubes
1649, février	7,64	2060
1651, 25 janvier	7,83	2110
1658, 27 février	8,81	2400
1690, 27 février	7,55	2030
1711, mars	7,62	2060
1740, 26 décembre	7,91	2160
1764, février	7,09	1800
1802, 3 janvier	7,45	2000

Depuis 1802, jamais le débit par seconde des crues de la Seine n'a atteint le chiffre de 2000 mètres cubes. On voit donc combien ces crues sont rares, et, cependant, combien leurs débits diffèrent de ceux des énormes débordements qu'on constate dans l'âge de pierre!

[illegible]

45. Ces débits sont sans doute ceux des plus fortes crues dont la trace ait pu se conserver jusqu'à nous. Cherchons à nous rendre compte de ce qu'était alors le régime des basses eaux.

Je viens de dire que la Seine aujourd'hui, dans ses plus grandes crues, débitait par seconde, à Paris, 2400 mètres cubes d'eau; en ne comptant pas les années de sécheresse séculaire, où son débit tombe à 40 mètres cubes, on admet en général qu'à Paris la portée, en temps d'étiage, est de 75 mètres cubes. Le rapport entre la portée des plus grandes crues et celle des basses eaux est donc $\frac{2400}{75} = 32,2$.

S'il en avait été ainsi dans les temps anciens, où le débit des grandes crues était compris entre 27 et 60000 mètres cubes par seconde, la portée d'étiage aurait été comprise entre 844 et 1800 mètres cubes.

Mais, si nous prenons un autre fleuve à crues violentes, la Loire par exemple, nous trouvons qu'à Orléans le rapport entre la portée des crues et celle d'étiage est beaucoup plus grand; il est en effet de $\frac{10000}{25} = 400$, et, si on l'adoptait pour la Seine ancienne, on trouverait que, pendant l'âge de pierre, les limites des portées d'étiage de la Seine, à Paris, étaient 70 et 150 mètres cubes par seconde, chiffres bien différents des premiers.

Si l'été était alors pluvieux et froid, les premiers nombres sont ceux qui s'ap-

prochent probablement de la vérité, et la Seine couvrait encore, dans la saison sèche, le fond du grand lit qu'elle remplissait dans la saison humide.

Si, au contraire, l'été était sec et chaud, le fleuve se réduisait, comme la Loire de nos jours, à un maigre filet d'eau qui divaguait sur les graviers du lit, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

On verra plus loin (91) que la paléontologie donne la solution du problème, et que le fleuve de l'âge de pierre coulait abondamment en été, ce qui justifie l'hypothèse faite ci-dessus sur l'abaissement des températures de cette saison.

TROISIÈME PARTIE.

ÂGE DES TOURBES.

CHAPITRE XV.

TRANSITION.

Passage du régime des cours d'eau de l'âge de pierre au régime des cours d'eau modernes. — L'âge des tourbes commence à l'époque de la pierre polie. — Dispositions des marais. — Marais émergés, sur les pentes et les plateaux du Morvan. — Les marais immergés ne se trouvent qu'au fond des vallées des terrains perméables.

Passage du régime de l'âge de pierre à l'âge des tourbes, qui correspond aux âges de la pierre polie, du fer, du bronze, et aux temps modernes.

46. Il y a eu nécessairement, entre l'ère des grands cours d'eau de l'âge de pierre et celle des tourbes, ou, si l'on aime mieux, celle des petits cours d'eau de l'époque actuelle, un régime de transition qu'il est très important de faire connaître; car ce changement, qui correspond probablement à la fin de l'époque glaciaire, paraît aussi remonter à une époque où se sont produites de profondes modifications dans les mœurs et les habitudes des sauvages populations qui habitaient alors la France.

On a vu qu'à tous les niveaux où l'on trouvait les graviers du grand fleuve on rencontrait dans les anses, dans les tournants et, en général, dans toutes les parties du lit où les alluvions se formaient, des ossements de grands animaux de race éteinte et aussi des traces du travail de l'homme. Les instruments en silex sont simplement taillés, comme ceux qui ont été découverts dans les cavernes jusqu'à la fin de l'époque du mammouth et du renne, c'est-à-dire jusqu'à la fin de la période froide, ce qui fait présumer que les grands cours d'eau ont duré jusqu'à la fin de l'ère glaciaire.

Jamais, dans les graviers de fond des grands cours d'eau, on n'a rencontré jusqu'ici ni instruments en pierre polie, ni, à plus forte raison, aucune trace de métal,

ni ossements d'animaux domestiques, pas plus que dans les parties des cavernes où se trouvent l'éléphant et le renne.

Ces objets, indices d'une civilisation plus avancée, ne se rencontrent qu'à la superficie du sol des sablières, et sont toujours séparés du gravier de fond par l'alluvion qui a rempli les lits anciens, dans laquelle, je l'ai dit, on ne trouve presque jamais rien.

Au contraire, avec les tourbes apparaissent, sans transition aucune, les animaux domestiques, les instruments en pierre polie et plus tard en métal; les restes de l'éléphant et du renne ne se rencontrent plus. Ces premiers rudiments de civilisation paraissent donc être la conséquence d'un adoucissement subit du climat, qui a apporté, en même temps, une profonde modification dans le régime des eaux.

Le dernier ou le plus bas lit des grandes rivières de l'âge de la pierre taillée, dans la plupart des vallées du bassin de la Seine, est très sensiblement au niveau du lit des cours d'eau actuels, et quelquefois au-dessous (diagr. n° 20). Il est souvent possible de le reconnaître, et d'une manière bien simple : les graviers dont il se compose sont trop volumineux pour que le cours d'eau moderne les déplace. Cela ne laisse aucun doute dans les vallées tourbeuses; le sable et le gravier qui existent sous la tourbe formaient bien le fond des cours d'eau de l'âge de pierre; mais, même dans les rivières qui ont conservé une certaine violence, comme la Seine, les ingénieurs savent très bien qu'il existe, au-dessous du sable et du petit gravier que le fleuve charrie encore aujourd'hui, un banc de gravier plus gros qui n'est jamais déplacé : c'est le gros gravier qui formait autrefois le fond de l'ancien fleuve.

J'ai été ingénieur en chef de la navigation de la Seine entre Paris et Rouen, et j'ai constaté, par des observations certaines et constantes, que le niveau de toutes les parties du lit du fleuve où ces graviers se montraient était parfaitement fixe. Lorsqu'on y opérait un dragage pour faciliter le passage des bateaux, jamais le vide n'était rempli par de gros gravier; tandis qu'au contraire les bancs de sable ou de graviers plus petits, enlevés par la drague, étaient promptement remplacés par des alluvions de même nature.

Ces lits anciens étaient démesurément trop larges pour les cours d'eau modernes. Or il est une loi bien connue des ingénieurs : toutes les fois que le lit d'une rivière est trop large, elle travaille incessamment à le rétrécir. Mais cette alluvion complémentaire ne se forme plus comme celle qui résulte d'une modification du lit; elle est d'une nature très variable, suivant que le régime du cours d'eau est violent ou tranquille.

Si le cours d'eau est violent, s'il roule du gravier ou des eaux limoneuses, l'excès de largeur du lit se comble avec du gravier, du sable ou du limon, et, en général, en pareil cas, le rétrécissement s'opère très vite.

Ainsi le chemin de fer de la Roche à Auxerre coupe deux torrents, l'Armançon

et le Serein. On a construit sur ces rivières deux ponts de six arches : deux suffisaient; l'excès de largeur des lits a été immédiatement remblayé par le gravier et le sable apportés par les crues, et il ne reste que deux arches libres. Sous le pont de l'Armançon, l'administration du chemin de fer a établi une carrière de ballast; tous les ans on enlève le gravier qui encombre les arches inutiles, et le lit est élargi sur 4 à 500 mètres, à l'amont et à l'aval; l'hiver suivant, à la première crue, le torrent obstiné apporte de nouveaux graviers pour combler les vides.

Le cours d'eau est-il tranquille, les crues sont-elles faibles, l'eau reste-t-elle à peu près constamment limpide, l'excès de largeur du lit se comble par de la tourbe.

C'est ainsi que s'est rempli le dernier des lits des grands cours d'eau, à l'époque de transition, tantôt avec du gravier, du sable ou du limon, tantôt avec de la tourbe. « Le terrain de transport du fond des vallées, disent Cuvier et Brongniart, est ou « de sable, ou de limon proprement dit, ou de tourbe. »

Je ferai voir, dans le chapitre suivant de cet ouvrage, comment s'est opéré le remplissage.

Ainsi l'âge des tourbes correspond à une époque importante de l'histoire de l'homme et de la terre : la tourbe s'est développée au fond de nos vallées à l'époque où les grands cours d'eau dont il a été question ont été remplacés par nos petites rivières modernes. Les silex taillés ont fait place aux ustensiles encore en silex, mais polis et d'une fabrication plus parfaite; le bronze, puis le fer, se substituent à la pierre, et les temps historiques commencent.

L'âge des tourbes correspond donc à l'âge de la pierre polie, du bronze, du fer, et aux temps historiques. Les grands animaux de l'âge de la pierre taillée disparaissent eux-mêmes lorsque la tourbe apparaît, et sont remplacés par nos animaux des temps modernes.

47. Un savant allemand, Dan, est le premier qui ait fait une classification rationnelle des marais tourbeux. Classification des marais tourbeux.

Il a remarqué qu'il fallait les diviser en deux genres : les marais émergés et les marais immergés. Les marais émergés se trouvent aussi bien sur les plateaux et sur les pentes qu'au fond des vallées. La tourbe s'y forme au-dessus du niveau naturel de l'eau. Dan cite les marais de la Lithuanie, qui s'élèvent jusqu'à 36 et 48 pieds au-dessus du niveau des plaines et des eaux voisines. Dans le Holstein, les marais de Dosen, près de Neumunster, s'élèvent, au centre, de 25 à 30 pieds au-dessus des rives, de sorte que, d'un bord, on ne voit pas les maisons ni les arbres du bord opposé.

Les marais immergés se développent sur les bords des cours d'eau, des étangs et des lacs. La tourbe s'y forme toujours sous l'eau, et ne s'élève jamais au-dessus.

C'est M. Lesquereux qui, dans un excellent mémoire publié en 1845 [1], a proposé de désigner les marais du premier genre sous le nom de *marais émergés ou supra-aquatiques*, et ceux du second genre sous le nom de *marais immergés ou sous-aquatiques;* j'adopte ces deux dénominations.

Marais émergés. Terrains granitiques du Morvan.

48. Si l'on fait abstraction de la petite ramification des Ardennes qu'on trouve vers les sources de l'Oise, la seule partie du bassin de la Seine où l'on rencontre des marais émergés est le Morvan.

Les travaux de M. Lesquereux sur ces marais sont tellement complets, qu'ils simplifient beaucoup cette partie de mon ouvrage.

Ces marais sont disséminés irrégulièrement sur toute la surface du Morvan, aussi bien sur les pentes rapides des coteaux que sur les plateaux et le fond des petites vallées.

Les innombrables fissures superficielles du granit absorbent une partie des eaux de pluie, et alimentent ainsi une multitude de petites sources qui souvent n'ont point d'émissaire déterminé, se répandent dans les terrains détritiques de la surface du sol, formés habituellement d'arène granitique, et y entretiennent une abondante végétation. C'est l'accumulation très ancienne des débris de ces végétaux qui aujourd'hui forme les petits marais tourbeux du Morvan.

On trouve ces tourbières irrégulièrement disséminées partout, excepté au fond des vallées où coulent des cours d'eau assez importants pour éprouver des crues violentes. Les marais et la tourbe manquent alors dans toute la partie du fond de la vallée balayée par ces crues.

Comment les marais peuvent-ils se produire en s'élevant à de grandes hauteurs au-dessus de l'eau? Voici l'explication très simple et vraiment originale que donne M. Lesquereux.

Il a constaté que les mousses du genre *sphagnum* jouissaient de la propriété d'absorber une quantité d'eau prodigieuse. Une touffe de sphaignes, conservée par lui pendant un an, qui pesait 1 once 21 deniers, a absorbé en deux heures 17 onces 12 deniers d'eau. Cette propriété des sphaignes est encore plus remarquable quand ces mousses sont vivantes. Elle n'existe ni dans les autres mousses ni dans aucune autre plante phanérogame. C'est l'accumulation des débris des sphaignes qui, suivant M. Lesquereux, forme la plus grande partie des tourbes des roches primitives, des Alpes et des Vosges.

« Il se forme çà et là de petits bassins d'eau, où quelques racines ligneuses vont « s'étendre et puiser leur nourriture. Sur ces racines s'implantent les sphaignes; « ils s'abreuvent de l'eau du réservoir, ils la pompent, l'élèvent pour leur crois- « sance, s'approvisionnent, à la fonte des neiges, d'une partie de l'eau qui les

[1] *Mémoire de la Société des sciences naturelles de Neufchâtel*, t. III, 1845.

« traverse, vivent, en été, de celle des pluies et des brouillards, et ont ainsi une « végétation proportionnée à la quantité de pluie qu'ils reçoivent. Quelquefois « cette végétation des sphaignes s'établit sur des plateaux étroits, au bord de « l'abîme; ils les recouvrent entièrement, et, quand l'espace leur manque, ils « laissent pendre leurs franges sur la roche escarpée, et forment ainsi un dépôt « tourbeux qu'on pourrait appeler aérien. Plusieurs cas semblables ont été obser- « vés dans les Alpes pittoresques du Tyrol. C'est ainsi que les couches tourbeuses « varient à l'infini.

« Toutes les matières en fermentation, les engrais, les sels, la chaux, les « gypses, etc., détruisent cette végétation; les mousses ne peuvent vivre non plus « à l'ombre ou sous les gouttières des arbres forestiers, sous les sapins, les hêtres, « les chênes. Aussi remarque-t-on, sous les sapins qui sont restés implantés dans « nos marais, une dépression souvent très profonde, où la tourbe n'a point crû. « Ces enfoncements sont déjà, ce me semble, une preuve suffisante de la crois- « sance continue de la tourbe par la surface, et de l'influence des sphaignes sur « cette formation.

« C'est donc seulement quand ces forêts ont été renversées sur des terrains « arrosés, ou par des sources naturelles, ou par des circonstances atmosphériques, « que les sphaignes ont pu commencer à paraître. Ils se sont semés, et ils ont « germé d'abord dans les lieux où l'humidité était abondante, mais où l'eau était « peu profonde, et, par leur croissance continuelle et excessivement active, ils ont « bientôt recouvert tous les grands végétaux, pour les envelopper et les imbiber « des sucs dont ils étaient remplis. Ils ont ainsi empêché l'action de l'air, de la lu- « mière et de la chaleur, et, mélangés à un grand nombre d'autres plantes dont « les racines serpentent dans leurs tissus humectés, ils ont continué à s'élever par « la faculté d'absorption que nous leur avons reconnue. »

Cette description s'applique exactement aux petits marais du Morvan, comme à ceux des Vosges et des Alpes. Seulement les forêts renversées manquent dans ces tourbières; à peine y trouve-t-on quelques tronçons d'aune ou d'autres arbres qui cherchent l'humidité des marais[1].

Comme dans les autres régions granitiques, les marais du Morvan se développent sur les pentes et les plateaux, et au fond des petites vallées; bien avant l'âge de pierre, les sources imprégnaient les terrains détritiques de l'humidité nécessaire. Il se pourrait donc que, dans les parties qui émergeaient au-dessus des mers miocènes ou des courants diluviens, les marais que nous voyons aujourd'hui existassent déjà à ces époques reculées. Mais ce sont là de simples conjectures, auxquelles il sera toujours difficile de donner un caractère de cer-

[1] L'aune est habituellement l'arbre des marais du Morvan. Les habitants du pays l'appellent *verne*, d'où le nom de *vernis* qu'ils donnent à ces petits marécages.

titude quelconque, tant qu'on n'aura pas trouvé de restes organiques dans ces marais.

Il paraît probable, néanmoins, que les marais du Morvan remontent à une haute antiquité.

Marais immergés.

49. La tourbe des marais immergés, ne s'élevant jamais au-dessus de l'eau, se trouve toujours au fond des vallées, au bord des lacs, des étangs et des cours d'eau.

Il n'y a point de lacs dans le bassin de la Seine, et les étangs y sont d'origine moderne. Je ne dois donc m'occuper ici que des marais qui se sont développés au bord des cours d'eau.

Suivant M. Lesquereux, la tourbe est un composé de végétaux ligneux, dont la fermentation et la décomposition sont retardées par la présence de l'eau; pour qu'elle se produise dans les marais immergés, il faut que les eaux soient peu profondes, et qu'elles ne soient pas agitées par des mouvements violents. Mais M. Lesquereux ne dit pas dans quels cas ces conditions se trouvent remplies. Je comblerai donc cette lacune de son travail par mes propres observations.

J'ai dû étudier la position de ces terrains dans mes recherches des sources qui pouvaient être conduites à Paris; il était admis, *a priori*, que toute source sortant de la tourbe était indigne d'être dérivée à Paris. Je vais exposer rapidement le résultat de mes études.

Pour que la tourbe se produise dans une vallée, il faut naturellement qu'il y existe un cours d'eau, que la pente de ce cours d'eau soit faible, et que la vallée ne soit pas trop resserrée; car, si la vallée est étroite et sa pente rapide, le sol se draine naturellement, et la production de la tourbe n'est pas possible. C'est ainsi que, dans le bassin de la Seine, il n'y a pas de tourbe dans les parties dures des terrains oolithiques, parce que les vallées y sont étroites et à forte pente.

Mais, en outre, il faut que les crues du cours d'eau ne soient point violentes et qu'elles ne soient pas habituellement limoneuses. Les cours d'eau à crues violentes se creusent des lits profonds, qui drainent facilement les vallées; les végétaux qui produisent la tourbe ne peuvent donc s'y développer, ni s'y accumuler, car leurs détritus sont emportés par les débordements. Les eaux limoneuses ne sont pas plus favorables à la production de la tourbe, puisqu'elles produisent des alluvions, qui empâtent tous les débris de plantes aquatiques.

Les cours d'eau à crues tranquilles et peu limoneuses sont, au contraire, dans d'excellentes conditions pour que la tourbe se développe sur leurs rives, puisqu'ils n'ont pas la force de se creuser des lits profonds, qu'ils coulent habituellement à pleins bords, et qu'à raison de leur régime leurs eaux ne peuvent ni entraîner

ni empâter les végétaux aquatiques qui croissent en abondance au fond des vallées humides.

Je vais démontrer que ces propositions ne sont pas simplement théoriques, mais qu'elles sont justifiées par les faits, dans toute l'étendue du bassin de la Seine.

Depuis vingt-cinq ans j'étudie les cours d'eau de ce bassin; je les ai classés d'après la nature géologique des terrains dans lesquels ils coulent, et depuis quatorze ans je fais graver les courbes indiquant les variations de niveau d'un certain nombre d'entre eux pour chaque terrain.

J'appelle *torrents* tous les cours d'eau à crues violentes et limoneuses, et *cours d'eau tranquilles* ceux dont les crues montent lentement et régulièrement, et sont peu chargées de limon.

50. Les torrents ou cours d'eau à crues violentes sont ceux dont les versants sont imperméables, en totalité ou en grande partie. On comprend facilement que les eaux pluviales, coulant à la surface d'un terrain imperméable, affluent avec une grande rapidité au fond des vallées, et, par conséquent, y déterminent des crues violentes et limoneuses.

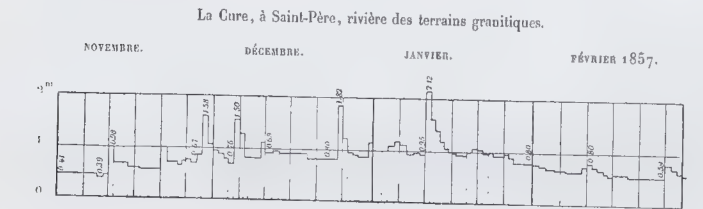
Les terrains imperméables du bassin de la Seine sont le granit, le lias, la craie inférieure, l'argile plastique, les marnes vertes, et les argiles de Brie, du Gâtinais et de Satory. J'ai négligé, dans mes observations, l'argile plastique et les marnes vertes, qui, bien que très étendues sous d'autres terrains, n'occupent à ciel ouvert, dans le bassin de la Seine, qu'une surface insignifiante.

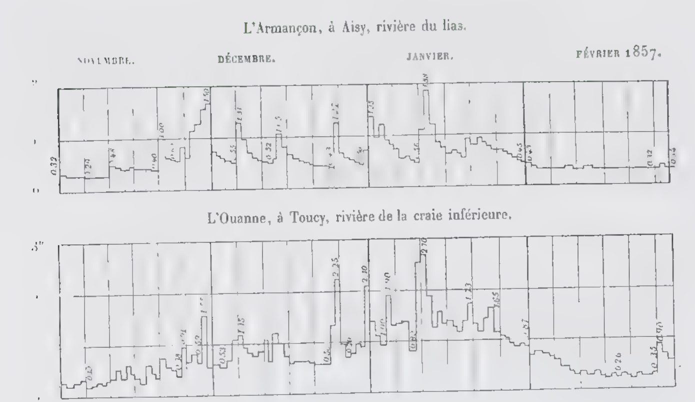
Les courbes des crues des cours d'eau du granit, du lias, de la craie inférieure, et même des argiles de Brie, présentent toutes les mêmes dispositions que le diagramme suivant; en l'examinant on reconnaîtra que ces crues montent très rapidement et descendent de même; rarement elles durent plus de vingt-quatre ou de quarante-huit heures; elles sont donc très violentes, et de plus très limoneuses.

DIAGRAMME N° 26.

Variation de niveau. Cours d'eau à crues violentes ou à versants imperméables.

La Cure, à Saint-Père, rivière des terrains granitiques.





On comprend que le régime de ces cours d'eau n'est guère favorable au développement de la tourbe.

Plusieurs des grands affluents de la Seine supérieure, l'Yonne, la Cure, le Cousin, le Serein, coulent dans les terrains granitiques. Le fond des vallées, dans la limite du champ des crues, est presque complètement décharné; la tourbe et les marais des coteaux et des petits cours d'eau ne commencent qu'au-dessus du niveau habituel des crues.

La Marne, l'Armançon, la Brenne, le Serein, la Cure et l'Yonne, coulent, sur une grande partie de leur cours, dans des vallées ouvertes du lias; la tourbe manque, non seulement dans ces vallées, mais encore dans celles de tous les affluents jusqu'aux sources.

Il en est de même dans les cours d'eau de la craie inférieure, l'Armance, l'Hozain, la Barse, la Voire, la Chée, l'Aisne, etc.

Quand le terrain imperméable n'occupe que le fond de la vallée et que le reste du bassin est perméable, les crues ne sont pas violentes, et la tourbe peut se développer; telle est, par exemple, la vallée de l'Ourcq, dont le fond est occupé par l'argile plastique, tandis que le reste du bassin se compose de terrains perméables.

[illegible] tourbe se développe [illegible]ment dans les vallées de l'oxford clay, [illegible] des sables de Fontainebleau [illegible]

51. Lorsque les terrains sont perméables, lorsque les eaux pluviales pénètrent dans le sol avant de ruisseler au fond des vallées, les crues des cours d'eau ne sont ni violentes ni troubles. On conçoit qu'en passant par ce filtre naturel les eaux pluviales sont singulièrement ralenties, et qu'elles en sortent peu chargées de matières limoneuses.

Les terrains perméables du bassin de la Seine sont les calcaires oolithiques, la craie blanche, le calcaire grossier, les sables moyens, le calcaire lacustre de Saint-Ouen, les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce.

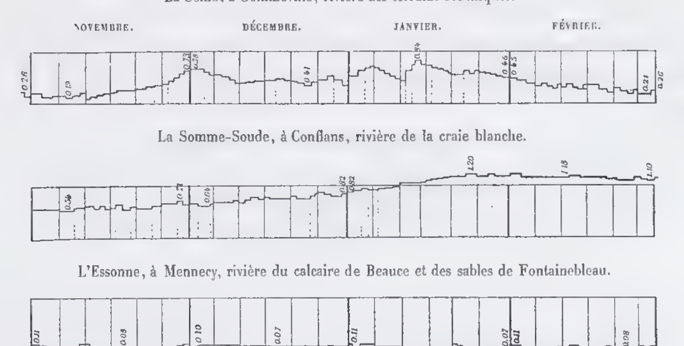
Si l'on examine les courbes des cours d'eau de ces terrains, on reconnaît que leurs crues montent lentement et régulièrement, qu'elles sont de longue durée, rarement de moins de quinze jours, et qu'elles sont peu limoneuses.

Les figures ci-dessous donnent une idée du régime de ces cours d'eau. Comme pour les torrents, j'ai choisi une époque de grandes crues.

DIAGRAMME N° 27.

Cours d'eau à crues tranquilles ou à versants perméables.

La Seine, à Gommeville, rivière des terrains oolithiques.



Ces cours d'eau tranquilles doivent donc être très favorables à la production de la tourbe ; examinons successivement les terrains qui les produisent.

Terrains oolithiques. — Les vallées de la chaîne de la Côte-d'Or sont à pentes trop rapides pour que la tourbe s'y développe facilement; néanmoins, dans la traversée des calcaires mous du terrain oxfordien, les vallées s'élargissent et la pente diminue; les marais et la tourbe se montrent alors. Nous citerons notamment les marais de Griselles, dans la vallée de la Laigne ; de Courcelles (près de Châtillon), dans la vallée de la Seine ; de Riel-les-Eaux, dans la vallée de l'Ource ; de Gevrolles, dans la vallée de l'Aube, etc.

Craie blanche. — Terrain classique de la tourbe ; tout le monde connaît les marais et les tourbières de la Picardie. Dans le bassin de la Seine, on peut citer les marais de la Vanne, affluent de l'Yonne ; les marais de l'Ardusson, affluent de la Seine ; les marais de la Seine, entre Troyes et Nogent; les marais de Pleurs et d'Anglure, dans le bassin de l'Aube ; les marais de Saint-Gond et de la Somme-Soude, dans le bassin de la Marne, etc.

Calcaire grossier. — Ce terrain est peu développé au fond des vallées, et cependant on y trouve quelques marais bien caractérisés dans la vallée de l'Oise, notamment les marais du Lys, du Thérain, etc.

Calcaire grossier, sables moyens et calcaire lacustre. — Marais de la vallée de l'Ourcq : j'ai dit que l'argile plastique, sur laquelle reposent ces tourbières, n'occupait que le fond de la vallée et ne pouvait modifier le régime des crues.

Sables de Fontainebleau et calcaires de Beauce. — Marais et tourbières des vallées de la Juine et de l'Essonne.

Il est bien facile de voir que la production de la tourbe tient au régime des eaux et non à la nature des terrains; car, si une étendue suffisante de terrains imperméables donne aux crues un caractère violent, les cours d'eau traversent les terrains perméables sans y produire de tourbe.

Ainsi l'Yonne et ses affluents, la Cure, le Serein et l'Armançon, doivent au granit du Morvan et au lias de l'Auxois des crues extrêmement violentes; ces cours d'eau traversent les terrains oolithiques et la craie sans y produire de tourbe.

De même, la Marne doit au lias de la banlieue de Langres et à la craie inférieure des crues violentes et limoneuses; elle traverse également les terrains oolithiques et la craie sans y produire de tourbe.

CHAPITRE XVI.

Pendant toute la durée de l'âge de pierre, la tourbe n'a pu se déposer au fond des vallées, puisque les crues de tous les cours d'eau étaient violentes et limoneuses. — Mode de remplissage du dernier des grands lits, — avec du gravier ou du limon dans les terrains imperméables, — avec de la tourbe dans les terrains perméables : — preuve de la violence des pluies dans l'âge de pierre. — Relation entre les dépôts tourbeux et les autres dépôts charbonneux.

Pendant toute la durée des grands cours d'eau de l'âge de pierre, la tourbe ne s'est pas déposée au fond des vallées.

52. Maintenant reportons-nous à de longues années en arrière. Il est bien clair que les grands cours d'eau de l'âge de pierre, que j'ai cherché à décrire, n'ont jamais pu produire de tourbes au fond des vallées du bassin de la Seine, puisque leurs eaux étaient non seulement limoneuses, mais encore assez violentes pour remanier les sables et les cailloux de leurs lits.

C'est donc après l'achèvement du travail d'abaissement des lits, lorsque le climat s'est adouci, lorsque les fleuves immenses qui roulaient dans les vallées sont devenus des ruisseaux, en un mot quand certains cours d'eau sont devenus assez tranquilles pour ne plus entraîner même du limon, que la tourbe a commencé à tapisser le fond des vallées de ces cours d'eau.

Les pentes et les plateaux du Morvan étaient peut-être marécageux et tourbeux longtemps avant cette époque; peut-être même l'étaient-ils avant l'âge de pierre; mais, jusqu'ici, on n'a rien trouvé dans ces marais qui fût de nature à faire connaître leur âge.

Les fonds des petites vallées n'ont jamais été tourbeux dans les terrains imperméables du lias, de la craie inférieure, etc. On a vu, dans les diagrammes qui précèdent, combien les eaux qui ruissellent dans ces terrains sont violentes et limoneuses. L'âge des tourbes n'a pas existé pour le Serein, l'Armançon, la Cure, etc.

Il est bien certain aussi que quelques rivières très tourbeuses aujourd'hui, la Somme et la Vanne, par exemple, ne l'étaient pas pendant l'ère des grands cours d'eau, puisqu'alors elles roulaient du sable et des cailloux (53). Il en était de même de l'Orge : à l'époque où se déposaient les limons grossiers qu'on voit derrière la gare du chemin de fer d'Orléans, à Savigny, les tourbes du parc de Mme la maréchale Davout n'existaient certainement pas.

Mais il peut y avoir quelque incertitude, au point de vue stratigraphique, pour quelques petites rivières de la Beauce ou de la Champagne, à versants tellement perméables qu'il semble que jamais leurs crues n'ont pu être bien vio-

lentes. Telles sont l'Essonne, la Somme-Soude et quelques autres ruisseaux des terrains miocènes et de la craie blanche. On verra plus loin comment j'ai cherché à résoudre la question par la paléontologie. Même dans ces petits cours d'eau à versants si perméables, la tourbe n'a pu se produire.

Les ossements de Sevran, décrits par Cuvier, ont été trouvés dans un sable noirâtre, qui était un commencement de tourbière. J'ai fait voir (26) que ces ossements se sont déposés sur le bord d'un grand marais qui couvrait toute la plaine Saint-Denis, mais n'était pas tourbeux.

Nous pouvons nous rendre compte maintenant des conditions dans lesquelles les cours d'eau ont rempli le dernier de leurs grands lits de l'âge de pierre, tantôt avec du gravier et du limon, tantôt avec de la tourbe. Mais je dois démontrer d'abord qu'il y a eu transition brusque d'un régime à l'autre, c'est-à-dire que les grands cours d'eau de l'âge de pierre sont devenus tout à coup les petites rivières que nous voyons couler de nos jours.

Preuves de la brusque diminution du débit des cours d'eau à la fin de l'âge de pierre.

53. Les dépôts tourbeux des terrains perméables du bassin de la Seine et de la Picardie sont, suivant moi, une des preuves les plus fortes de la rapide diminution du débit des cours d'eau à la fin de l'âge de pierre.

En effet, ces dépôts occupent le dernier des grands lits du cours d'eau; si le changement de régime avait été lent, c'est-à-dire si le grand cours d'eau, qui était assez puissant pour déplacer du sable et du gravier, et qui, par conséquent, roulait en temps de crue des eaux limoneuses, avait diminué graduellement de puissance et était devenu peu à peu le petit ruisseau des temps modernes, il n'aurait pas rempli l'excès de largeur de son lit avec de la tourbe, mais d'abord avec du gravier, puis ensuite avec du limon.

J'ai eu occasion, dans ces derniers temps, de faire ouvrir à Chigy une belle coupe des bords des marais de la Vanne; afin de montrer comment les choses se sont passées, on a gravé cette coupe à grande échelle (planche n° 7).

Le gravier de fond, de l'ancien lit de l'âge de pierre, se voit très nettement sur la ligne ABCDEFGHIKL. L'ancienne berge ABCDE, surtout, est très bien dessinée.

On voit qu'en abaissant son lit le cours d'eau ancien l'a d'abord remblayé tumultueusement du côté de la berge ABCDE avec du limon, tantôt de couleur ocreuse, comme celui qu'on voit encore sur les plateaux tertiaires qui couronnent la craie de chaque côté de la vallée, tantôt blanc et formé de détritus de craie.

Puis il est arrivé un moment où les eaux ont cessé d'être violentes, car, à partir d'une deuxième berge MN, non moins nettement dessinée que la première, le remplissage du lit se fait, non plus avec du limon, mais avec de la tourbe. L'eau était donc devenue tranquille, et, par conséquent, le climat s'était modifié de telle sorte que les eaux pluviales ne ruisselaient plus à la surface du sol

et arrivaient dans le lit en passant, comme aujourd'hui, par les sources; de plus, leur régime devait être peu différent de celui des pluies actuelles, car nous savons que, dans les pluies tout à fait extraordinaires, les sources de la Vanne se troublent. Si les pluies extraordinaires de nos jours avaient été les pluies normales de l'âge de pierre à cette époque de transition, les eaux pluviales, même en passant par les sources, seraient sorties troubles, et la tourbe ne se serait pas produite.

C'est ce qu'on voit très bien sur la coupe, car, entre les graviers et la tourbe de G en K, on remarque une couche de vase grise. En cessant d'être violente, la Vanne a donc été limoneuse pendant un temps suffisant pour déposer cette couche de vase, et pendant tout ce temps elle n'a pas produit de tourbe.

M. le vicomte d'Archiac a constaté le même fait; toutes les tourbières du département de l'Aisne reposent sur une couche de vase[1].

La tourbe a donc commencé à se produire à la suite d'un changement subit de climat, et, quand ce changement a eu lieu, le lit de la Vanne avait encore 1160 mètres de largeur à Chigy, comme ma coupe le fait voir. Le débit de la rivière est tombé brusquement au débit actuel, et le régime moderne des pluies s'est établi vers cette époque. Par conséquent, la rivière aurait pu se contenter, comme aujourd'hui, d'un lit de 11 mètres de largeur; le petit volume de ces eaux limpides s'est donc étalé au fond d'un lit cent fois trop large. Alors la tourbe s'est développée dans ces eaux claires et sans violence, c'est-à-dire dans les meilleures conditions possibles, et le marais de la Vanne s'est établi.

Le dépôt de limon rouge, mêlé de petits cailloux, qui forme aujourd'hui la couche superficielle de terre végétale au bord du marais et passe par-dessus la tourbe en certains points, a été entraîné, dans les terrains modernes, du sommet des plateaux au fond de la vallée. Quoique la craie du bassin de la Vanne soit tellement fissurée et perméable, que les eaux pluviales passent presque toujours entièrement par les sources pour se rendre au thalweg, il survient cependant, de temps en temps, des averses assez fortes pour que les eaux pluviales ruissellent à la surface du sol. Le limon rouge des plateaux est alors entraîné en quantité appréciable. Il n'en était pas ainsi à l'époque où la tourbe s'est formée dans cette vallée.

On sait qu'avant l'invasion romaine la France était couverte d'épaisses forêts, et, quoique la craie blanche soit peu propre à la végétation sylvestre, il est à croire que le sol de la Champagne était tapissé de broussailles. Les bois et les broussailles sont l'obstacle le plus puissant qu'il soit possible d'opposer au ravinement du sol par les eaux pluviales. Il paraît certain qu'à l'origine de l'âge des tourbes cet obstacle existait, et que le limon rouge des plateaux n'était point emporté au fond des vallées.

[1] *Statistique géologique de l'Aisne.*

Dans l'âge de la pierre polie, la tourbe a donc pu se développer sans obstacle au fond des vallées des terrains perméables. Plus tard, le déboisement, en favorisant le ravinement des terres, a été un premier temps d'arrêt dans la production des tourbes.

Dans les temps modernes, l'assainissement du fond des vallées a paralysé presque entièrement cette production. Mais ce n'est pas là une véritable révolution géologique; si le travail de l'homme était suspendu, la nature reprendrait bien vite ses droits, et la tourbe se produirait, par-dessus la couche de limon rouge, dans toutes les vallées humides des terrains perméables.

Nous trouvons dans cette coupe une nouvelle preuve de la grandeur des cours d'eau de l'âge de pierre.

La Vanne coule aujourd'hui dans un lit de 11 mètres de largeur, dont le bassin est tellement perméable, que les eaux pluviales passent toutes par les sources avant d'arriver au thalweg. Si elle roulait alors du sable et des cailloux, si, au moment de la révolution météorologique dont il a été question ci-dessus, le dernier des grands lits de l'âge de pierre avait encore 1160 mètres de largeur, que devaient être les autres rivières du bassin de la Seine au moment de cette révolution? Cette question est tellement importante qu'elle doit être traitée à part (55).

Je dois cependant faire remarquer encore que le fond de cailloux du grand lit de la Vanne, dans l'âge de pierre, était presque plat, ce qui annonce que la rivière était peu profonde et peu violente. Sa portée n'était pas considérable; mais elle était certainement beaucoup plus grande que celle du ruisseau moderne, qui ne débite pas plus de 20 mètres cubes par seconde dans ses plus grandes crues.

J'ai trouvé, dans le bassin de la Vanne, une autre preuve de ruissellement des eaux pluviales à la surface de la craie avant l'époque des tourbes. Aujourd'hui, la plupart des vallées de ce bassin sont sèches; elles sont cultivées jusqu'au fond; on n'a même pas réservé un fossé pour le passage des eaux pluviales.

Il n'en était point ainsi dans l'âge de pierre; l'aqueduc de la Vanne, tracé à flanc de coteau le long de la vallée, coupe tous ces thalwegs aujourd'hui si secs, et nous avons trouvé le lit de cailloux du ruisseau de l'âge de pierre. Un de ces lits, qui débouche dans la Vanne un peu au-dessous de Malay-le-Vicomte, était si considérable, que l'entrepreneur des travaux de l'aqueduc en a extrait une grande quantité de sable de rivière.

Mode de remplissage du dernier des grands lits des cours d'eau, à la fin de l'âge de pierre.

54. Les cours d'eau, à crues violentes et troubles, des terrains imperméables, tels que le granit, le lias, la craie inférieure, etc., ne produisent pas de marais immergés et n'en ont jamais produit. Ils entraînent encore, dans leurs crues, des limons et des graviers; ils ont donc employé ces matériaux pour remplir l'excès de largeur de leur dernier grand lit.

Les cours d'eau des terrains perméables, de la craie blanche, du calcaire grossier, du sable de Fontainebleau, des calcaires de Beauce, dont les crues sont peu violentes et presque limpides, ont produit la tourbe en grande abondance, et la produiraient encore aujourd'hui, si le travail de l'homme n'y faisait obstacle. Dans ces terrains perméables, les marais ont envahi le dernier des grands lits de chaque cours d'eau, et l'ont rempli avec de la tourbe.

Cette loi se vérifie, d'une manière absolue, dans toute l'étendue du bassin de la Seine.

Je ne dirai rien des cours d'eau du Morvan et des terrains oolithiques, dont les vallées sont étroites et la pente trop rapide, et qui n'ont laissé sur leurs bords ni gravier ni tourbe. On voit cependant quelques marais et de grandes plages de grèves, dans les terrains oolithiques, lorsque les vallées s'élargissent, par exemple dans la traversée du terrain oxfordien.

Mais, cette exception admise, on peut dire, d'une manière générale, que les alluvions qui ont rempli le dernier des grands lits sont toujours composées de gravier et de limon quand les versants du cours d'eau sont imperméables, et de tourbe quand les versants sont perméables.

Ainsi, dans le *lias de l'Auxois et du bassin de l'Yonne*, terrain imperméable, l'Armançon, le Serein, le Cousin, la Cure, l'Yonne, n'ont jamais déposé sur leurs bords que du gravier et du limon, et ont rempli ainsi le dernier de leurs grands lits. La violence de leurs crues se prolongeant naturellement au delà des limites du terrain imperméable, du *lias*, ces rivières ont rempli de la même manière l'excès de largeur de leur lit, dans la traversée des terrains oolithiques et de la craie blanche, quoique ces terrains soient perméables.

De même, dans la traversée de la *craie inférieure, terrain imperméable*, le Loing, l'Ouanne, le ru de Beaulche, l'Armance, l'Hozain, la Barse, la Voire, l'Aisne, l'Aire, l'Epte, n'ont jamais déposé sur leurs bords, pour rétrécir leurs lits, que du gravier et du limon. L'Aisne, notamment, a conservé assez de violence, au delà du terrain imperméable, pour traverser toute la craie blanche et le calcaire grossier, sans former de tourbe.

Les cours d'eau des *argiles de Brie* sont dans le même cas. L'Yère, le Surmelin, le Grand et le Petit-Morin, n'ont pas produit de tourbe dans la traversée de la Brie.

Le dernier des grands lits de l'âge de pierre, des petits cours d'eau de la *craie blanche*, terrain perméable, est ordinairement dessiné par un large marais tourbeux ; tels sont les fonds de vallées de la Vanne, affluent de l'Yonne ; de l'Ardusson, de l'Hozain, affluents de la Seine ; du ruisseau de Pleurs, affluent de l'Aube ; de la Somme-Soude, affluent de la Marne.

Le Petit-Morin, exempt de tourbe dans la traversée des argiles de Brie, a formé, vers sa source, dans la craie blanche, le large marais de Saint-Gond.

Les vallées des *terrains éocènes perméables*, le *calcaire grossier*, les *sables moyens*, le *calcaire lacustre inférieur*, montrent également de larges lits remplis de tourbe : telles sont les vallées de l'Ourcq, de la Voulzie, de la Thève, etc.

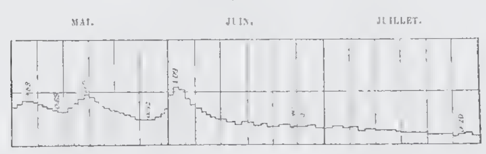
Il en est de même des *terrains miocènes perméables*, des *sables de Fontainebleau* et des *calcaires de Beauce*. On connaît les grandes tourbières qui ont rempli les anciens lits de l'Essonne et de la Juine.

Mais, dans les grands cours d'eau, le mode de remplissage des anciens lits est bien plus remarquable encore. Suivons la Seine, par exemple. En amont de Montereau, les terrains imperméables, à cours d'eau violents, sont peu étendus. Les eaux de tous les affluents sont tranquilles et peu limoneuses, à l'exception de celles de la Barse et de l'Hozain, deux petits affluents provenant de la craie inférieure et débouchant dans la Seine, près de Troyes, mais trop peu importants pour modifier le régime du fleuve. La rivière est donc peu violente.

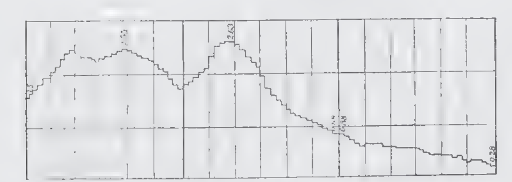
DIAGRAMME N° 28.

Grandes crues de mai et juin 1856.

La Seine, à Gommeville, près de Châtillon (Côte-d'Or).



La Seine, à Bray, en amont de Montereau.



Le dernier des grands lits de l'âge de pierre, dans toute la traversée de la Champagne, est donc occupé par des marais et des tourbières.

A Montereau débouche l'Yonne; cette rivière, qui reçoit les eaux du granit, du Morvan et du lias de l'Auxois, est extrêmement violente et roule encore aujourd'hui du sable et du gravier; elle modifie le régime de la Seine.

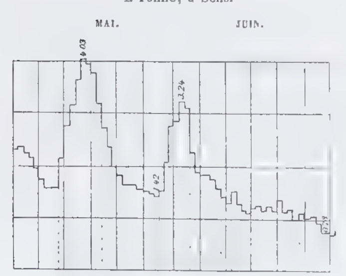
A partir de Montereau, les marais et les tourbes disparaissent, et le dernier grand lit est comblé avec du sable et du gravier jusqu'au confluent de l'Oise.

DIAGRAMME N° 29.

Grandes crues de mai et juin 1856.

L'Yonne, à Sens.

MAI. JUIN.



La Seine, à Montereau.

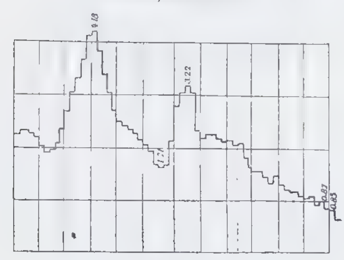
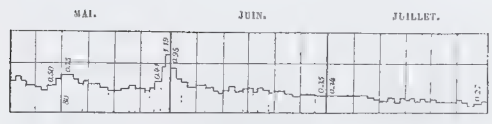


DIAGRAMME N° 30.

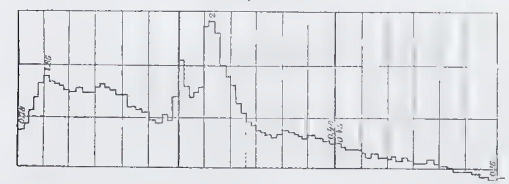
Grande crue de juin 1856.

La Marne, à Chaumont.

MAI. JUIN. JUILLET.



La Marne, à Chalifert.



A l'aval du confluent de l'Oise, la Seine ne reçoit plus qu'un seul affluent violent, l'Epte, qui descend des terrains argileux du pays de Bray. L'Epte n'est pas

assez importante pour modifier le régime de la Seine. Aussi, dans la large vallée de la craie normande, le fleuve a-t-il manqué de matériaux pour remplir son dernier lit; il a donc opéré ce remplissage avec de la tourbe, jusqu'au moment où l'Yonne, la Marne et l'Oise, ayant achevé leur travail en amont, sont venues apporter leur appoint, et ont couvert cette couche de tourbe de la basse Seine d'un épais dépôt de sable limoneux (diagr. n°s 31 et 32).

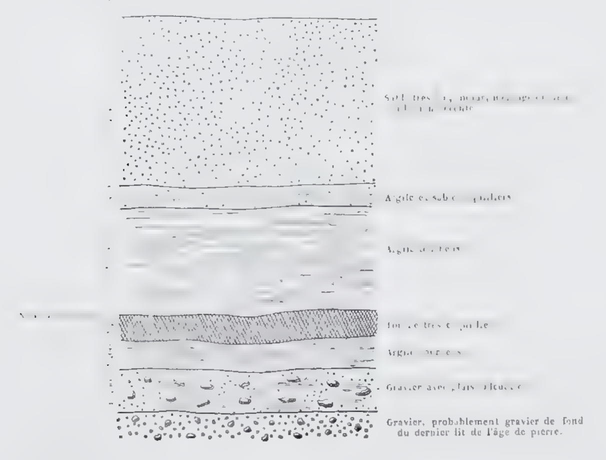
Les autres affluents du fleuve ont remblayé leurs lits en suivant les mêmes lois. Ainsi la Marne, qui reçoit les eaux très limoneuses du lias de la montagne de Langres et de la craie inférieure de la banlieue de Vassy et de Saint-Dizier, a rempli son dernier grand lit avec du limon et du gravier, même dans la traversée de la craie : c'est une rivière violente et limoneuse. L'Oise, qui ne reçoit qu'un seul affluent violent, l'Aisne, est restée tourbeuse et marécageuse en amont de Compiègne; mais en aval du confluent de l'Aisne, rivière violente, elle a rempli son grand lit d'aval avec du gravier et du limon.

J'ai dit que, dans la traversée de la craie normande, la Seine avait opéré le remblayement de son dernier grand lit, d'abord avec de la tourbe, ensuite avec du sable limoneux.

J'ai retrouvé un de ces anciens dépôts, en construisant l'écluse de Meulan; en voici la coupe :

DIAGRAMME N° 31.

Coupe de la rive gauche de la Seine, près de l'écluse de Meulan.

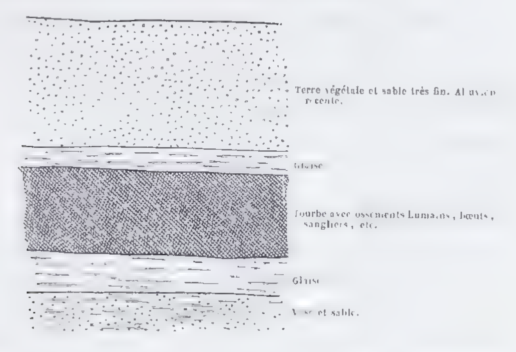


On voit que la tourbe est recouverte d'une couche d'alluvion moderne de $4^m,50$ d'épaisseur, qui devient très limoneuse à la surface du sol.

M. l'ingénieur Saintyves, en fondant l'écluse de Martot, près d'Elbeuf, a mis au jour une autre couche de cette tourbe.

DIAGRAMME N° 32.

Coupe de la rive gauche de la Seine, à l'écluse de Martot.



A Meulan, on n'a trouvé que les fossiles ordinaires de la tourbe, avec de nombreux tronçons d'arbres.

A Martot, on a découvert, dans la tourbe, des ossements humains, et, en même temps, des ossements de bœufs, de sangliers, etc. Parmi les restes humains se trouvait un très beau crâne, presque complet, qui a été reconnu, par M. le docteur Pruner-Bey, comme appartenant à la race celtique.

55. On a vu que le relief des bassins de la Seine et des cours d'eau limitrophes devait être, pendant toute la durée de l'âge de pierre, à très peu près ce qu'il est aujourd'hui. Ces bassins présentaient donc aussi la même disposition de terrains perméables et de terrains imperméables. Nouvelles preuves de la violence des pluies dans les temps anciens.

Mais alors il fallait que le régime des pluies fût, au contraire, tout différent, puisque les eaux pluviales ruisselaient à la surface des terrains les plus perméables, de la craie, par exemple : c'est ce que j'ai déjà fait voir en discutant la coupe du fond de la vallée de la Vanne (53).

Cette question est tellement importante, qu'il est bon de prouver que le régime ancien de la Vanne n'était point un cas particulier.

Prenons un autre exemple : la vallée de la Somme, pour nous placer sur un terrain plus connu des géologues.

Tous ceux qui ont visité cette vallée, près d'Amiens, savent qu'on y trouve, au-dessus des tourbières, deux étages de sablières bien séparés, l'un à une petite hauteur au-dessus des eaux actuelles de la rivière, l'autre à un niveau plus élevé, ces deux étages correspondant à peu près à nos hauts et à nos bas niveaux de

Paris. Dans l'étage inférieur surtout, les zones de cailloux et de sables sont disposées comme dans nos grandes rivières actuelles; le sable est parfaitement pur; ce qui prouve qu'il était remué et lavé par un courant d'eau animé d'une certaine vitesse. Or comment un courant d'eau violent pouvait-il exister dans la vallée de la Somme, si, comme aujourd'hui, les eaux pluviales étaient absorbées en totalité sur place et passaient par les sources avant d'arriver aux thalwegs? La portée des grandes crues ordinaires de la Somme est à peine trois ou quatre fois plus grande que sa portée d'étiage, et c'est à cette tranquillité de régime qu'on doit attribuer le grand développement des tourbières du fond de la vallée.

Autrefois la rivière non seulement ne produisait pas de tourbe, mais encore était assez violente pour déplacer le sable et les cailloux; il fallait donc que les eaux pluviales ruisselassent à la surface du sol de son bassin. Cependant ce bassin était aussi perméable qu'aujourd'hui. Par conséquent, les chutes de pluie ou de neige étaient beaucoup plus grandes, puisque la totalité de l'eau n'était pas absorbée sur place.

Ces ruissellements d'eaux pluviales ou de neiges fondues ne sont pas sans exemple dans les temps modernes. La Somme éprouve des crues assez grandes pour être désastreuses, mais qui se renouvellent à peine une fois par siècle : telle a été celle de février 1658. D'après les récits du temps, cette crue a été produite par une grande fonte de neige; le froid avait été excessif pendant six semaines, et la couche de neige qui s'était accumulée à la surface du sol avait la hauteur d'un homme. Ces phénomènes, qui se reproduisent trop rarement dans les temps modernes pour troubler la production de la tourbe, devaient être beaucoup plus fréquents autrefois, pendant la longue durée de l'âge de pierre.

On ne peut donc comprendre l'existence des cours d'eau à crues violentes qui remplaçaient autrefois les ruisseaux, aujourd'hui si paisibles, des vallées à versants perméables, comme celle de la Somme, qu'avec un ruissellement considérable et habituel des eaux pluviales à la surface du sol. S'il en était ainsi, ces eaux devaient arriver dans les vallées chargées du limon rouge des plateaux, et il n'y a rien de surprenant que, dans leurs débordements, elles déposassent ce même limon sur les graviers plus élevés que le lit, sur lesquels elles s'étendaient, comme le font encore toutes nos rivières à grandes crues ou à versants imperméables.

C'est ce qui explique ces dépôts de limon rouge qui, dans certaines parties de la vallée de la Somme, et notamment à Amiens, semblent se relier aux limons des plateaux. Ce ruissellement des eaux pluviales à la surface des terrains aujourd'hui si complètement perméables est la preuve la plus incontestable de l'existence des grands cours d'eau de l'âge de pierre (43 et 44).

Relation entre les anciens dépôts charbonneux et les tourbières modernes

56. M. Lesquereux fait remarquer que les tourbières appartiennent essentiellement aux zones froides et tempérées. La température moyenne, la plus favorable à la production de la tourbe, est comprise entre 6 à 8 degrés centigrades

(Irlande, îles Malouines). Dans les plaines basses, on ne trouve pas de tourbe au sud du 46° de latitude boréale, et, suivant Darwin, au nord du 41° de latitude australe.

M. Lesquereux cherche à établir que la répartition géographique des autres combustibles minéraux, de la houille et de l'anthracite, est à peu près la même, c'est-à-dire que ces combustibles ne sortent guère des limites des régions tempérées.

Je ne sais si les découvertes modernes n'infirment pas cette opinion. Les terrains carbonifères des États-Unis descendent, vers le sud, bien au-dessous du 46° de latitude; mais, quoi qu'il en soit, les études qui précèdent peuvent jeter quelque lumière sur cette importante question.

On voit d'abord que, dans les terrains perméables, les accumulations de végétaux n'ont pu se former, aux époques paléozoïques comme aujourd'hui, qu'au fond des vallées les plus profondes, au bord des rares cours d'eau qui les sillonnent, l'humidité manquant sur les pentes et dans les vallées peu profondes.

Il résulte de là que les combustibles minéraux doivent être fort rares dans les terrains perméables, non seulement parce que les accumulations de végétaux ne peuvent s'y former que sur des surfaces très restreintes, mais encore parce que ces dépôts, placés au fond des vallées, ont dû être balayés par les déplacements de la mer dans toutes les révolutions du globe.

Les combustibles minéraux manquent aussi dans toutes les formations franchement argileuses, parce que, les eaux pluviales coulant toujours à la surface et produisant des crues violentes au fond des vallées, les débris de végétaux n'ont pu s'accumuler nulle part.

Au contraire, les terrains paléozoïques fissurés ou schisteux ont dû, comme aujourd'hui, donner naissance à de nombreux suintements, et, par conséquent, les plantes aquatiques ont pu s'y développer de tout temps, comme elles s'y développent encore dans les tourbières des pentes et des plateaux. De là l'origine de la houille et de l'anthracite.

Je ne puis m'étendre plus longuement sur cet important sujet, qui exigerait une étude toute spéciale.

QUATRIÈME PARTIE.

PREUVES PAR LA PALÉONTOLOGIE.

TRACES DE L'INDUSTRIE HUMAINE ET DÉBRIS DES GRANDS ANIMAUX DE L'ÂGE DE PIERRE.

CHAPITRE XVII.

Les ossements et les silex travaillés manquent dans les limons et graviers diluviens des plateaux et des hautes terrasses. — Pourquoi. — Comment les ossements se déposent dans les anses et sur la rive convexe des tournants. — Pourquoi l'on trouve quelquefois, dans les anciens graviers, de si nombreux objets travaillés par l'homme.

On n'a trouvé jusqu'ici aucun reste des grands animaux de l'âge de pierre dans les limons et graviers diluviens des plateaux et des hautes terrasses.

57. Je ne suis point naturaliste, et je n'entreprendrais pas cette dernière partie de l'histoire de la Seine, si elle ne jetait un grand jour sur les faits qui ont été exposés ci-dessus. Mon savant confrère et ami, M. Lartet, a bien voulu d'ailleurs me prêter son bienveillant concours, et c'est avec son aide que j'ai entrepris cette tâche, un peu ardue pour moi.

On n'a signalé jusqu'ici aucun reste de mammifères, soit dans les limons des plateaux, soit dans les graviers des hautes terrasses que je considère comme diluviens. Cela ne veut pas dire qu'au moment où s'est accomplie la révolution qui a modifié si complètement le relief du bassin de la Seine, le pays était désert et inhabité; mais, en tenant compte d'une des lois les plus simples de l'écoulement des crues des cours d'eau, on reconnaît que les restes des animaux détruits, quel que fût leur nombre, doivent être excessivement rares dans les relais diluviens.

Si l'on suit dans toutes ses phases une forte crue d'un grand cours d'eau, on remarque que les corps flottants sont tous entraînés pendant la croissance des

eaux. Dès que la crue décroît, on ne voit plus rien, ni paille, ni bois, ni aucun autre reste d'objet détruit ou emporté. Cette loi est générale, et elle doit s'appliquer aussi bien à une invasion diluvienne qu'aux crues d'un cours d'eau ordinaire.

On a démontré plus haut que les limons des plateaux se sont déposés, dans la période décroissante des eaux diluviennes, lorsque ces eaux, ayant perdu toute violence, ont laissé tomber la boue qu'elles tenaient en suspension. C'était aussi dans le même temps que les vallées se creusaient, et que les débris des roches détruites restaient sur les hautes terrasses. Les corps flottants, les forêts renversées, les cadavres des animaux, étaient bien loin déjà, lorsque ces dépôts se formaient.

Il n'est donc pas surprenant que les restes des anciens animaux qui habitaient le pays soient excessivement rares dans ces relais de la queue du déluge.

Comment les ossements des animaux de l'âge de pierre ont été apportés dans les graviers des cours d'eau.

58. Dans les fleuves permanents, les ossements des animaux sont apportés surtout de deux manières dans les graviers des tournants et des anses : ou bien les cadavres, gonflés par les gaz, y atterrissent en flottant (21), ou bien les berges peu rapides, disposées en pente douce, de ces points d'alluvionnement, forment des abreuvoirs naturels, fréquentés surtout par les herbivores, et dans lesquels ils peuvent se noyer.

Il en était ainsi dans l'âge de pierre, et c'est pour cela que les ossements se trouvent surtout dans les anses et sur la rive convexe des tournants. Je ne prétends pas que quelques-uns de ces ossements n'aient pas été apportés en roulant avec les graviers, mais c'est bien certainement l'exception.

Si les ossements avaient été apportés dans les anses et sur les convexités des tournants avec le sable et le gravier, on devrait les trouver avec la même abondance dans les parties rectilignes des lits et en plein courant; et c'est ce qui n'a pas lieu.

En outre, un os est bien plus léger qu'un caillou. La densité du silex pyromaque varie de 2,570 à 2,927; elle est, en moyenne, de 2,749. Celle des ossements les plus lourds, de l'ivoire, est de 1,917. Le rapport de ces deux nombres est 0,75; mais, dans l'eau, il est moindre encore. Le décimètre cube d'ivoire ne pèse plus que $0^{kil},917$; le décimètre cube de cailloux, $1^{kil},749$; le rapport est réduit presque à 0,50. Il résulte de là que le courant qui déplace des cailloux d'une épaisseur maximum de $0^{m},10$ peut entraîner en même temps des ossements de $0^{m},20$ d'épaisseur, c'est-à-dire de la plus grande dimension. Les ossements devraient donc se trouver, comme les cailloux, dans toute la hauteur des sablières; or on ne les rencontre habituellement que dans le gravier de fond, dans ce qu'on appelle encore le *diluvium gris moyen et inférieur*. On faisait intervenir un ou deux déluges pour expliquer l'absence des ossements dans les

couches supérieures, ainsi que dans les graviers que j'appelle l'*alluvion* et le *limon des débordements*. J'ai démontré que ces déluges n'ont jamais existé, au moins dans le bassin de la Seine, et cela ressortira mieux encore de l'étude qui va suivre.

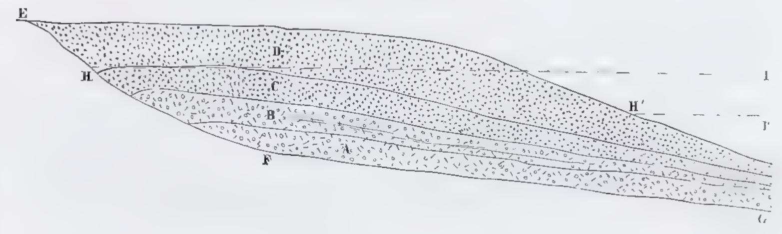
Si nous admettons les cadavres flottants et les noyades sur place, dans les abreuvoirs naturels des tournants et des anses, tout s'explique de la manière la plus simple. On comprend même facilement la dispersion des os. Qu'arrive-t-il, par exemple, lorsqu'un cadavre flottant échoue sur un banc de sable de nos cours d'eau modernes? Les chairs tombent promptement en décomposition, et les os disjoints sont dispersés à la première crue, même dans les anses et sur les convexités des tournants; il est très rare que le squelette entier se conserve dans le sable.

Il en a été de même dans l'âge de pierre. Les ossements ont été dispersés de cette manière dans les graviers de fond des anses et des tournants, où les eaux tourbillonnaient sans violence, quoique, par hypothèse, les cadavres y arrivassent flottants et entiers; par conséquent, on n'y trouve jamais un squelette complet, et il est même rare qu'on y rencontre les divers os d'un membre dans leur position naturelle.

Faisons voir maintenant pourquoi les ossements sont rares dans l'alluvion, et pourquoi les ossements des animaux les plus volumineux se trouvent surtout dans les couches les plus basses des graviers de fond.

Nous avons dit que, dans le travail d'abaissement des lits, les matières provenant de l'affouillement étaient employées par le fleuve à combler les parties abandonnées de l'ancien lit, et se déposaient surtout dans les anses et sur le côté convexe des tournants.

DIAGRAMME N° 33.



Soit en EFG la coupe de la berge d'un ancien lit en voie d'alluvionnement, par suite de l'abaissement du lit sur l'autre rive;

A, gravier de fond primitif;

B, C, D, couches successives de gravier, déposées au-dessus de la couche A;

HI, le niveau des eaux moyennes, avant le dépôt des couches B, C, D;

H′ I′, le niveau des eaux moyennes, après le dépôt de ces couches.

Au fur et à mesure que l'alluvionnement s'effectuait, la ligne HI des eaux moyennes s'abaissant, le tirant d'eau devenait de plus en plus petit, et les cadavres flottants, qui arrivaient sans difficulté jusqu'au talus de la berge EF avant le dépôt de la zone B, s'arrêtaient à une plus grande distance, après le dépôt de cette zone.

Lorsque le remblayement était arrivé à la hauteur indiquée sur la figure, le niveau des eaux moyennes étant abaissé en H′I′, aucun cadavre flottant ne pouvait aborder sur la partie de la zone D située au-dessus du point H′, c'est-à-dire dans l'alluvion, si ce n'est en temps de crue; et ces cadavres, qui restaient ainsi à découvert dans l'intervalle des crues, étaient promptement détruits par les agents atmosphériques.

L'alluvion doit donc être à peu près dépourvue d'ossements; cela n'exige aucune démonstration dans l'hypothèse des noyades. Il en est de même, à plus forte raison, du limon et du petit gravier des débordements, qui se sont étendus au-dessus. C'est, en effet, ce qui se vérifie tous les jours dans l'exploitation des sablières. Les ossements se trouvent surtout dans le gravier de fond (23, 30, 31, 37, 38).

On sait que les cadavres surnagent, gonflés par les gaz, tant qu'ils sont entiers; mais, dès que les membres commencent à se disjoindre, par suite de l'état avancé de la décomposition, ils tombent au fond de l'eau. Les cadavres exigent donc, pour flotter, une profondeur d'eau d'autant plus grande qu'ils sont plus volumineux; par conséquent, on doit trouver dans la couche A des ossements d'animaux plus volumineux que dans la couche B.

L'explication est identiquement la même dans l'hypothèse d'une noyade. Les grands animaux ne pouvaient se noyer que dans des eaux relativement plus profondes. Lorsque le fleuve coulait sur la couche A, les gros éléphants s'y noyaient plus souvent et plus facilement que lorsque le fond s'était relevé au niveau de la couche B, et que le niveau HI des eaux moyennes s'était abaissé.

Il va sans dire que les cadavres des animaux noyés pouvaient flotter au bout de quelques jours, lorsqu'ils étaient gonflés par les gaz, et qu'ils tournoyaient dans l'anse ou sur la rive convexe du tournant, comme cela se passe encore de nos jours, jusqu'à ce qu'ils tombassent au fond de l'eau, ou qu'ils fussent entraînés en plein courant, pour aborder sur un autre point d'atterrissement.

Les cadavres qui pouvaient flotter étaient de plus en plus petits, à mesure que la profondeur d'eau diminuait, par suite de l'exhaussement du lit et de l'abaissement du plan d'eau; si les ossements des petits animaux avaient pu résister au frottement des sables, il est probable que nous les trouverions jusqu'à la limite H′I′ des eaux moyennes.

Ceci fait comprendre un fait inexpliqué jusqu'ici. Dans les sablières exploitées sur une large échelle, et où, par conséquent, les faits ont pu être bien observés, à Paris, par exemple, on a remarqué, dans ces dernières années, que les ossements de tous les animaux gros et petits se trouvaient dans le bas des graviers de fond; plus haut, les gros éléphants disparaissent, et l'on ne rencontre plus que les petits éléphants et les autres animaux; puis, au fur et à mesure qu'on s'élève, l'hippopotame, le rhinocéros, les grands bœufs manquent, et, enfin, le renne et les autres cervidés restent seuls dans les dernières couches ossifères.

Jusqu'ici on avait admis que cette disposition était due à la disparition successive des animaux de l'âge de pierre. Le renne était resté le dernier. Cette explication n'est pas admissible : on a aujourd'hui la certitude que l'éléphant est resté avec le renne jusqu'à la fin de l'âge de pierre.

La position des ossements dans les graviers est d'ailleurs la même dans les hauts et les bas niveaux. A ces deux époques, si éloignées l'une de l'autre, de l'existence de nos grands cours d'eau, la coupe théorique des sablières présente, à partir du fond, une série de couches A renfermant tous les ossements, ceux des gros éléphants compris, des couches B ne contenant plus d'ossements de gros éléphants, des couches C où l'on ne trouve plus que les ossements des animaux moins volumineux, et ainsi de suite jusqu'à l'alluvion D dépourvue d'ossements.

On ne peut admettre que les animaux aient ainsi disparu successivement, en commençant par les plus gros, à l'époque des hauts niveaux, pour reparaître ensuite à l'époque des bas niveaux, pour disparaître encore une fois dans le même ordre. Cela est d'autant moins admissible que les ossements des jeunes éléphants se retrouvent encore, avec ceux des rhinocéros, des bœufs et des chevaux, dans les couches de gravier où l'on ne trouve plus les gros éléphants adultes de même espèce. En admettant le mode d'alluvionnement décrit ci-dessus, le fait s'explique sans difficulté, ainsi qu'on vient de le voir.

Cette règle n'est pas sans exceptions; dans les crues, les cadavres flottants des plus gros éléphants pouvaient atterrir sur les graviers de fond les plus élevés. Je possède une molaire d'*Elephas primigenius* de grande taille trouvée sur le cap d'alluvion de la Marne, entre Nogent et Brie; l'ouvrier qui me l'a vendue m'a montré la place où elle était enfouie, et c'était à la partie supérieure de la couche ossifère.

On a trouvé des ossements jusque dans l'alluvion. Mais c'est un fait exceptionnel, qui prouve une fois de plus qu'on ne peut comparer les zones de sables et de graviers des terrains de transport aux strates des terrains sédimentaires. Il faut, pour que des ossements se soient conservés dans l'alluvion, que le gravier dans lequel ils sont enfouis ait été apporté soit par la même crue que le

cadavre flottant, soit dans un temps assez court, pour que les agents atmosphériques n'aient pas détruit les derniers débris du cadavre.

L'abondance des silex [illegible] [illegible] graviers de fond, prouve que les graviers [illegible] [illegible].

59. Les silex taillés par l'homme se trouvent en grande abondance dans les graviers de fond de certaines localités. Les ouvrages de M. Boucher de Perthes ont fait connaître la richesse de certaines sablières de la Picardie. Plusieurs sablières de Paris ne sont pas moins riches, on le verra plus loin. On ne peut expliquer cette réunion de tant d'objets travaillés par l'homme, dans une petite étendue de terrains de transport, si ces terrains sont d'origine purement diluvienne et n'ont pas été remaniés par les cours d'eau. En effet, les eaux courantes ne rassemblent jamais les objets lourds de même origine, elles les dispersent; les objets légers, ceux qui flottent sur l'eau, peuvent atterrir en abondance à certains points favorables, mais ceux qui sont entraînés en roulant au fond avec les graviers sont dispersés comme les graviers eux-mêmes.

Si les graviers de Levallois n'avaient pas été remaniés par les cours d'eau et avaient été jetés par un courant diluvien dans la position qu'ils occupent aujourd'hui, on concevrait qu'on y trouvât quelques objets travaillés par les hommes qui vivaient avant le déluge; mais il est absolument impossible de comprendre comment ces objets auraient pu, dans cette hypothèse, être réunis sur place en assez grande abondance pour qu'un seul chercheur, M. Reboux, ait pu en recueillir environ 4000 dans une seule localité.

Il est bon de remarquer que ces silex ne portent aucune trace de roulure, et qu'ils se trouvent presque tous dans les graviers de fond, rarement dans l'alluvion. On explique cette richesse des graviers de fond et cette pauvreté de l'alluvion en faisant intervenir deux déluges, dont l'un aurait déposé le gravier riche, le diluvium gris, et l'autre le gravier pauvre, le diluvium rouge.

Si, au contraire, on admet que les terrains de transport ont été remaniés par les fleuves, si la théorie de l'alluvionnement établie plus haut (23) est vraie, on voit immédiatement que les graviers de fond étaient des ateliers de fabrication, surtout à Paris, où nos sauvages ancêtres ne trouvaient pas d'autres silex que ceux du fleuve pour préparer leurs outils. En temps de basses eaux, ils descendaient sur le talus des berges jusqu'aux zones A (diagr. n° 32) des premiers graviers de fond, qui sont beaucoup plus riches en gros silex; ils y ébauchaient les nucléus, et les remontaient, ainsi préparés, sur les tertres des zones B et C, pour y achever la taille.

C'est ce qui est démontré par une découverte très intéressante de M. Reboux à Levallois : c'est dans les zones A du fond des sablières qu'on trouve les éclats détachés des nucléus, et dans les zones B et C des graviers de fond plus élevés qu'on a recueilli le plus grand nombre de silex taillés.

Ces silex sont rares dans l'alluvion D (diagr. n° 32) composée de gravier trop

menu pour qu'on y trouvât des silex propres à être taillés, et trop éloignée des points du gravier A, qui découvraient en basses eaux, pour qu'on y transportât les nucléus[1].

Ces observations préliminaires étaient indispensables pour simplifier et faire comprendre ce qui va suivre.

[1] L'alluvionnement ne se fait pas par couches régulières, comme l'indique le diagramme n° 33. C'est toujours un phénomène tumultueux. On a dû, pour la clarté de la démonstration, indiquer une disposition en zones régulièrement superposées, qui n'existe presque jamais. (Voir les notes.)

CHAPITRE XVIII.

Restes des animaux de l'âge de pierre et trace de l'industrie humaine sur le revers océanien de la chaîne de la Côte-d'Or. — Aucune découverte n'a été faite jusqu'ici dans le Morvan. — Les ossements et les silex taillés, nombreux dans les cavernes et les stations de chasse, sont rares dans les graviers. — Preuves du rapide abaissement du lit des cours d'eau de cette partie du bassin.

L'homme et les animaux de l'âge de pierre habitaient les pentes de la chaîne de la Côte-d'Or

60. Je ne crois pas qu'aucun ossement d'animaux de race éteinte ait été trouvé dans le Morvan. Il est difficile qu'il en soit resté trace, s'ils ont vécu dans les vallées à pente rapide de cette contrée; le terrain de transport y est rare, et la nature du sol et des rochers ne se prête guère à la conservation des débris organiques.

Dans les terrains jurassiques, au contraire, on trouve à de grandes altitudes, dans les fentes des rochers, les stations de chasse et les cavernes, des ossements qui prouvent que les animaux de l'époque quaternaire ont habité les pentes de la chaîne de la Côte-d'Or.

On sait que le faîte de cette chaîne, dans le bassin de la Seine, ne s'élève pas à plus de 610 mètres au-dessus de la mer. M. Babeau a trouvé trois molaires d'éléphant dans les fissures du calcaire à entroques, à 420 ou 440 mètres d'altitude, à Bourg, près de Langres, c'est-à-dire presque au sommet de la chaîne. De gros os, trouvés dans la même localité, ont été brisés par les ouvriers et jetés aux décharges.

Le musée de Langres possède une ou deux molaires des mêmes animaux, recueillies dans le voisinage.

M. Collenot a fait connaître, dans diverses publications bien appréciées des géologues, les nombreuses stations de chasse découvertes dans le pourtour de l'Auxois. La plus connue est celle de Genay, près de Semur; elle est située à la limite du lias et du calcaire à entroques, dans le voisinage d'une jolie source, presque au sommet d'une montagne dont le point culminant est à 436 mètres d'altitude, à plus de 150 mètres au-dessus de l'Armançon, qui coule au pied. On y a trouvé de nombreux ossements, en partie carbonisés, presque toujours fendus lorsqu'ils renfermaient de la moelle.

Les animaux suivants, auxquels ils appartenaient, ont été déterminés par MM. Desnoyers et Alph. Milne Edwards :

Bos primigenius (ou *Bison europæus*);

Elephas primigenius;

Ursus (canine);

Equus;

Cervus, peut-être *Cervus tarandus;*

Hyæna spelæa (mâchoire).

Ces ossements sont enfouis dans un éboulis de calcaire à entroques, avec un grand nombre de silex taillés; il n'y a, dans la localité, ni cailloux roulés ni silex.

M. Martin (de Dijon) a trouvé sur la montagne de Genay, au-dessus de ce dépôt, une molaire bien conservée d'*Elephas antiquus*, déterminée par M. de Vibraye.

Sur la plaine même de l'Auxois, à Cernois, près de Semur, dans le voisinage d'une source, on remarque un assez grand nombre de foyers circulaires avec ossements carbonisés, et de très nombreux silex taillés en couteaux, grattoirs, pointes de lance ou de flèche, quelques-uns, assez rares, de la forme de Manchecourt, c'est-à-dire très anciens. Mais on y a recueilli aussi des haches polies en ophite, agate et granit à grain fin; ce qui prouve que ces stations ont duré pendant l'âge de la pierre taillée et de la pierre polie. On en trouve de semblables dans d'autres localités voisines, à Menétoy, Bourbilly, etc.

M. Collenot a fait beaucoup d'autres découvertes du même genre dans des localités voisines :

A Pouillenay (vallée de la Brenne), dans des éboulis du calcaire à entroques, près de la fontaine Rosée, ossements brisés de *cheval* et de *bœuf*, molaire bien caractérisée d'*Ursus spelæus.*

A Ménétreux-le-Pitois, ossements de *bœuf*, de *cheval* et de *cerf.*

A Montdregey, près de Semur, *silex taillés*, ossements indéterminés, *poterie* grossière.

Sablières de Rougemont, près de Montbard, bois de *cerf.*

A Montfaute, près de Guillon, bords de l'Auxois, station analogue à celle de Genay, mais moins riche en ossements et en silex.

La grande dénudation des terrains kellowiens du Châtillonnais a été l'objet de travaux non moins connus des géologues. M. Beaudoin, l'auteur de ces travaux, prépare d'autres publications qui ne me permettent pas de m'étendre beaucoup sur ses découvertes [1]. Je me bornerai à dire que, dans la caverne de Balot, il a recueilli des ossements des animaux suivants : *ours des cavernes*, *chien*, *renard*, *rat d'eau*, *lapin*, *cerf*, *renne*, *aurochs*, *bœuf*, *cheval*, *cochon.*

[1] Voir la première notice de M. Beaudoin, *Bulletin de la Société géologique,* 2ᵉ série, t. VIII, nº 582, et t. XVII, nº 488.

Sur les plateaux, dans le limon rouge à minerais de fer oolithique (mine rouge), il a recueilli de nombreux *silex taillés*, tels que couteaux, grattoirs, dards de flèche et de lance, marteaux, etc., et, dans la couche superficielle, débris de haches polies en silex, euphotide, etc. Ces dépôts se trouvent à 40 mètres environ au-dessus des cours d'eau.

M. Périllieux, membre du Conseil municipal de Paris, m'a remis divers *silex taillés* trouvés à la surface de l'oolithe moyenne, entre Noyers et Tonnerre (Yonne), dans un limon rouge exploité pour une tuilerie, au bois de l'Affichot, près de Fresnes. Ces silex, taillés en dard de flèche et de lance, ont paru fort anciens à MM. Lartet et de Mortillet. On trouve des silex taillés de même forme dans les graviers de la Seine, à Paris.

Il est donc bien certain que le revers océanien de la chaîne de la Côte-d'Or était habité par l'homme de l'âge de la pierre taillée, et par les grands animaux, ses compagnons habituels. Mais les traces du travail de l'homme, ainsi que les restes de ces grands animaux, sont extrêmement rares dans les graviers des cours d'eau de cette contrée.

61. On n'a rien trouvé jusqu'ici au bord des cours d'eau du granit, et il n'y a rien d'étonnant à cela, puisque les terrains de transport manquent dans ces vallées étroites et à forte pente.

On n'a trouvé jusqu'ici ni ossements ni silex [illegible] les terrains de transport des vallée[illegible] du [illegible] des calcaires [illegible] inférieurs.

Les vallées du lias sont beaucoup plus larges; j'ai décrit plus haut les alluvions granitiques qui les tapissent à l'aval du Morvan, notamment le grand dépôt sur lequel est bâtie l'église de Pontaubert, celui de la plaine du Vault, près d'Avallon, le long de la rivière du Cousin; celle de la vallée du Serein, vers Guillon (Yonne).

Jamais on n'a trouvé d'ossements dans ces terrains de transport, qui, il faut bien le dire, ont été peu fouillés; mais il est très probable qu'en raison de leur énorme pente, les cours d'eau, avant le développement de la faune de l'âge de pierre, ont promptement abaissé leur lit au niveau où ils coulent aujourd'hui, et n'ont pu enfouir beaucoup d'ossements dans les graviers des plaines voisines.

Il en est de même, à plus forte raison, des rivières des terrains oolithiques inférieurs, qui non seulement ont une pente énorme (31), mais encore coulent dans des vallées très resserrées; le terrain de transport y manque à peu près complètement. C'est au-dessous de l'étiage actuel qu'il faudrait chercher les ossements; témoin la découverte faite en 1847 par un habitant de Saint-Moré. En creusant son puits, dans la vallée de la Cure, un peu au-dessus d'Arcy, il trouva des ossements d'*éléphant* à 9 mètres de profondeur au-dessous du niveau de cette rivière. A Saint-Moré, la Cure coule dans la grande oolithe, qui forme les grands escarpements, au milieu desquels je creusais alors le petit tunnel où passe la route. J'ai eu ainsi des renseignements positifs sur cette découverte.

Ossements trouvés dans l'arène, terrains de transport des coteaux.

62. Je persiste à considérer comme terrains de transport, et non comme terrains détritiques, ces singuliers dépôts de fragments de calcaires jurassiques, non roulés, qu'on trouve dans les anses et les revers des coteaux préservés de la violence des courants diluviens, et que les paysans de la basse Bourgogne appellent *arène*, *trasse* ou *terre à bâtir* (9 et note B).

On y a découvert quelques débris d'animaux de race éteinte.

En 1847, j'ai recueilli près de Saint-Moré, un peu en amont des grottes d'Arcy, dans la vallée de la Cure, à une dizaine de mètres au-dessus de cette rivière, un humérus d'*éléphant* enfoui dans l'arène, que j'ai donné à mon ami M. Cotteau. Plus bas, dans le même terrain et la même vallée, j'ai trouvé deux bois de *cerf* parfaitement intacts et bien fossiles et un squelette entier de petit rongeur.

M. Roussel a détaché un tibia d'un squelette entier de *cheval* dans l'arène de la vallée de la Laignes, près de Ricey-Haut, arrondissement de Bar-sur-Seine (Aube), à 50 mètres au-dessus de la rivière. Les autres ossements ont été dispersés depuis.

Suivant M. Cotteau, plusieurs bois de *cerf* ont été trouvés à Guerchy, dans le même terrain.

M. Raulin (*Statistique géologique de l'Yonne*) et M. Rathier, à Tonnerre, signalent diverses découvertes du même genre faites dans les dépôts d'arène du département de l'Yonne.

Les ossements sont très rares dans les graviers des vallées de l'oolithe moyenne.

63. Les vallées s'élargissent beaucoup dans la traversée des marnes oxfordiennes, et l'on y remarque de larges plages de grève formée de débris de roche oolithique roulés et polis. Ces terrains de transport se resserrent dans le corallien et dans l'oolithe supérieure, sans cependant disparaître jamais entièrement.

Dans la vallée de l'Yonne, à Magny (corallien, vallée resserrée), on a trouvé, à 3 mètres de profondeur, au fond du lit de la rivière, un très beau bois de cerf, qui aujourd'hui fait partie de la collection de M. Cotteau.

M. Beaudoin a recueilli deux mâchoires de *castor* dans les grèves de la Seine, près de Châtillon, et un os long de *bouquetin* dans les grèves de l'Ource, près des marais de Riel-les-Eaux.

M. Séjournant a bien voulu me donner une molaire d'*Elephas primigenius* et trois dents de *cheval* trouvées par lui dans la large plage de grève des vallées de l'Orge et de l'Aujon, près de Châteauvillain, à une petite hauteur au-dessus de ces rivières.

Ces découvertes sont fort importantes, puisque ces ossements de *castor*, de *bouquetin*, d'*éléphant*, et le bois de *cerf* de Magny, sont les seuls qui aient été recueillis dans les graviers des vallées de l'oolithe moyenne, et cependant l'étendue des plages de grève des marnes oxfordiennes est réellement considérable.

Peut-on dire que les grevières n'ont pas été exploitées sur une assez large

échelle, que les travaux n'ont pas été suivis d'assez près par les géologues ? Il est certain que les exploitations sont moins importantes en Bourgogne qu'à Paris, et qu'il est difficile de visiter souvent une sablière située à 3 ou 4 kilomètres de la localité qu'on habite.

Néanmoins, si les silex taillés et les ossements étaient aussi communs dans les grèves des vallées jurassiques que dans certaines sablières de Paris, ils n'auraient pas échappé à l'attention d'explorateurs aussi dévoués à la science que MM. Beaudoin, Cotteau, Collenot, et de tant d'autres géologues.

64. J'attribue donc la rareté des découvertes à une autre cause, à la grande pente des cours d'eau et au rapide abaissement de leur niveau à l'origine de l'âge de pierre, lorsque les grands mammifères étaient encore peu nombreux; j'en trouve une preuve aux grottes d'Arcy, dans la vallée de la Cure. Cause de cette rareté des ossements.

Il y a plusieurs grottes voisines sur la rive gauche de la Cure, au-dessus d'Arcy : les grandes grottes dont j'ai donné le plan dans le *Bulletin de la Société géologique*[1], et la grotte des Fées, située un peu en amont. C'est dans celle-ci que M. le marquis de Vibraye a trouvé un si grand nombre d'ossements[2].

Cette grotte est largement ouverte au bord même de la Cure ; suivant M. Cotteau, son étendue en longueur serait assez grande. D'après des renseignements qui m'ont été donnés par M. Debette, ingénieur des mines, les couches à ossements sont situées de 3 à 9 mètres au-dessus du niveau actuel des basses eaux de la Cure[3]. Dans les grandes crues, la rivière pourrait encore couvrir les couches les plus basses. M. de Vibraye divise ainsi le terrain ossifère de la grotte des Fées : la couche supérieure est formée de limon ; son épaisseur ne peut être définie ; elle ne renferme que des ossements relativement modernes. Une couche intermédiaire, que M. de Vibraye appelle *brèche osseuse*, a $0^m,75$ environ d'épaisseur; elle est formée principalement de débris des roches voisines et renferme surtout des ossements d'herbivores. On n'y trouve ni l'ours ni l'hyène des cavernes.

C'est dans la couche inférieure de $1^m,50$ d'épaisseur que M. de Vibraye a découvert les restes de ces grands carnassiers, cette mâchoire humaine et ces silex travaillés qui ont si vivement intéressé les géologues.

En somme, la faune des grottes d'Arcy comprend les espèces suivantes :

Ursus spelæus ;

Hyæna spelæa ;

Elephas primigenius ;

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, année 1545, p. 659, pl. XX.

[2] Voir le mémoire de M. de Vibraye, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XVII, p. 462.

[3] M. Ch. Sainte-Claire Deville, dans la discussion qui a suivi la communication de M. de Vibraye, a dit que le sol de la couche inférieure à ossements était à un mètre à peine au-dessus de la Cure; c'est évidemment une erreur.

Rhinoceros tichorhinus;
Hippopotamus major (trouvé par M. de Bonnard);
Cervus tarandus;
Cervus elaphus;
Equus caballus;
Equus asinus, etc.

Les ossements les plus abondants sont, suivant M. Cotteau, ceux de l'ours et du cheval.

D'après les cotes qui m'ont été données par M. Debette, l'ours des cavernes a donc vécu à 3 mètres au-dessus des basses eaux de la Cure, et ses ossements ne se trouvent plus dans les grottes à quelques mètres plus haut.

J'ai décrit plus haut (32) un lambeau de gravier granitique des hauts niveaux qui se trouve à 15 mètres au-dessus de la Cure, sur la rive droite, à la pointe de la rive convexe du tournant des grottes. Ces graviers ne faisaient donc plus partie du lit à l'époque où vivait l'*Ursus spelæus*, c'est-à-dire dans les premiers temps de l'âge de pierre, et, à cette époque ancienne, la Cure coulait déjà au même niveau qu'aujourd'hui.

C'est à ce rapide abaissement des lits que j'attribue la pauvreté paléontologique des grèves des vallées jurassiques. Les cours d'eau de la Bourgogne, après la fin du cataclysme diluvien, sont descendus presque aussitôt au niveau où nous les voyons encore aujourd'hui; c'est ce que prouve la présence de l'*Ursus spelæus* à 3 mètres au-dessus des basses eaux de la Cure.

Dans les travaux assez nombreux que j'ai fait exécuter sur les cours d'eau dans la traversée des terrains jurassiques, j'ai presque toujours trouvé la roche à une petite profondeur au-dessous de l'eau [1]. Ce fait démontre qu'une fois abaissés ces lits ne se sont plus exhaussés par remblayement.

La dent d'*éléphant* qui m'a été envoyée par M. Séjournant est dépouillée de cément; j'ai constaté le même fait sur des dents qui existent dans la collection de M. Cotteau et qui proviennent des environs d'Auxerre, et, en général, sur toutes celles qui ont été trouvées dans des graviers remaniés par des courants violents; on le verra plus loin.

Les ossements de *cheval*, qui se trouvent en très grande abondance dans les grottes d'Arcy, ont probablement été apportés par les eaux; mais bien certainement il n'en a pas été de même de ceux de l'*ours*, qui n'y sont pas moins nombreux; car, si les crues de la Cure avaient transporté un si grand nombre de cadavres d'ours dans les grottes, elles en auraient jeté quelques-uns dans les anses, les tournants et autres points d'alluvionnement des vallées de l'Yonne et

[1] Ainsi les fondations des ponts d'Arcy, sur la Cure, et d'une grande partie des pertuis de cette rivière, reposent en général sur la roche, à une faible profondeur au-dessous des graviers du fond du lit.

même de la Seine. Or tous les géologues savent que les ossements du grand ours n'ont jamais été trouvés dans les terrains de transport. L'ours habitait donc les grottes d'Arcy lorsque le sol de ces grottes était à 3 mètres au-dessus de l'étiage actuel. Par conséquent, l'eau de la rivière, pendant une grande partie de l'année, se tenait au-dessous de cette cote de 3 mètres.

Pendant toute la durée de l'âge de pierre, les crues ont envahi les grottes jusqu'à la hauteur de la couche à ossements de l'ours, et cela assez fréquemment, puisque aujourd'hui il n'est pas rare qu'elles s'élèvent à plus de 3 mètres au-dessus de l'étiage.

Il reste à faire voir cependant comment l'ours pouvait habiter ces grottes si fréquemment noyées.

Aujourd'hui les crues de la Cure sont beaucoup plus violentes et de plus courte durée que celles de la Seine en amont du confluent de l'Yonne, ce qui doit être attribué à la différence de perméabilité des bassins des deux cours d'eau. Le bassin de la Cure étant presque entièrement imperméable, les eaux pluviales ruissellent rapidement jusqu'aux thalwegs des vallées et produisent des crues violentes et de courte durée. Dès que la pluie cesse, les sources sont trop faibles et trop mal alimentées pour soutenir la crue, qui tombe brusquement (diagr. n° 36).

Le bassin de la Seine, en amont de Bray, étant presque entièrement perméable, et les eaux pluviales passant en grande partie par les sources pour arriver aux thalwegs, les crues s'élèvent lentement et durent très longtemps.

J'ai cherché à établir (55, 90) qu'il devait en être de même pendant l'âge de pierre. Les pluies étaient beaucoup plus grandes et plus persistantes qu'aujourd'hui, et très probablement une partie des eaux pluviales ruisselait à la surface du sol, même dans les terrains perméables; mais aussi les sources devaient être bien mieux alimentées, et par conséquent les crues des cours d'eau à versants perméables étaient encore de plus longue durée. Au lieu de se soutenir pendant deux ou trois mois par hiver comme aujourd'hui, elles se maintenaient à un niveau élevé pendant la plus grande partie de l'année. C'est ce qui a lieu encore de nos jours dans les années très humides.

Au contraire, dans les rivières à versants imperméables comme la Cure, le niveau des crues devait tomber immédiatement dès que la pluie cessait, puisque aujourd'hui encore, à la suite des plus fortes pluies, ces crues ne se soutiennent pas. C'est ce que prouve la présence de l'*ours des cavernes*, dans les grottes d'Arcy, à 3 mètres au-dessus de l'étiage actuel. Si, pendant l'âge de pierre, le niveau de cette rivière s'était maintenu, durant la plus grande partie de l'année, à un niveau moyen élevé, à 4 mètres au-dessus de l'étiage actuel par exemple, ces grottes auraient été inhabitables; tandis qu'on comprend très bien que les grands carnassiers quittassent leurs repaires lorsqu'ils les voyaient envahis par l'eau, pour y rentrer quelques jours après, dès que le torrent s'était écoulé.

Les débris des grands mammifères sont moins rares dans les graviers des vallées du terrain portlandien, quoique peu abondants.

65. Les vallées s'élargissent notablement dans l'oolithe supérieure, un peu en amont du point où les dernières ramifications de la chaîne de la Côte-d'Or disparaissent sous la craie inférieure, et les grands cours d'eau en ont occupé tout le fond. L'Yonne n'avait pas moins de 2 kilomètres de largeur lorsqu'elle coulait dans son lit le plus élevé près d'Auxerre. L'Armançon et la Seine s'élargissaient aussi considérablement dans le voisinage des terrains crétacés. Cette expansion du lit a dû diminuer la vitesse des crues, et, par conséquent, a dû retarder le travail d'abaissement des lits; la faune des graviers des hauts niveaux s'est donc développée avant le complet abaissement des lits élevés, et à Auxerre on trouve quelques ossements dans ces graviers (32).

C'est là aussi qu'on remarque pour la première fois cette division des graviers en deux parties : la couche à ossements, ou gravier de fond, située au fond de la grevière, et, au-dessus, l'alluvion dépourvue d'ossements qui a remblayé le lit pendant le travail d'abaissement.

Dans les sablières d'Auxerre, dont j'ai donné la coupe plus haut (32), on a trouvé une très belle molaire et d'autres ossements d'éléphant (*Elephas primigenius*), des bois de cerf, des dents de cheval, etc. Le jour où j'ai relevé cette coupe avec M. Cotteau, les ouvriers nous ont remis un astragale de *grand bœuf*, la meule d'un bois de cerf (*Cervus elaphus*) et d'autres ossements brisés. Quoique ces ossements soient peu abondants, ils prouvent que la faune de l'âge de pierre était déjà développée lorsque l'Yonne coulait encore à Auxerre à 15 mètres au-dessus de son lit actuel.

A la même époque, la Cure, à Arcy, était depuis longtemps descendue au niveau de son lit moderne; il est même probable que l'*Ursus spelæus* n'existait déjà plus dans les grottes d'Arcy, puisque M. de Vibraye a constaté que les ossements d'herbivores s'y sont déposés dans une couche supérieure à celle où l'on trouve ceux des grands carnassiers.

D'après M. Cotteau, on a trouvé dans les graviers des bas niveaux de l'Yonne d'assez nombreux ossements, mais si friables, que la plupart tombent en poussière au moment où on les découvre. Parmi ceux qui ont été conservés et qui paraissent provenir des graviers de la vallée portlandienne, on remarque :

1° Une molaire d'*Elephas primigenius* (collection de M. Cotteau);

2° Plusieurs dents du même *éléphant* (collection de la ville d'Auxerre);

3° Des bois de *cerf*.

En examinant les lieux, on voit très nettement pourquoi ces découvertes sont si rares. Presque tout le gravier de la vallée de l'Yonne appartient aux bas niveaux. Les grevières ne peuvent être ouvertes que dans l'alluvion, car à 2 ou 3 mètres au-dessous du sol on trouve l'eau. Le gravier de fond, la couche à ossements, qui occupe là comme ailleurs le fond des sablières, est donc bien rarement attaqué. C'est là, suivant moi, une des principales causes du petit nombre des découvertes

dans les larges plages de gravier du portlandien, et, à plus forte raison, de la craie.

Suivant M. Rathier, on a recueilli, dans les environs de Tonnerre, c'est-à-dire dans les grèves de la partie kimméridienne et portlandienne de la vallée de l'Armançon, quelques molaires d'*éléphant*, toutes dans les lits des bas niveaux.

Je n'ai pu obtenir aucun renseignement bien précis sur les ossements trouvés dans les vallées de l'oolithe supérieure occupées par la Seine, la Marne, la Saulx et l'Ornain. Il y a tout lieu de croire que ces découvertes sont fort rares. A Vaux, près de Vassy, dans le limon d'une carrière, on a trouvé des bois du *megaceros*. Même découverte à Paroy (Haute-Marne). A Vassy, on a recueilli des ossements d'*aurochs* en creusant une cave. (M. Tombeck.)

Je dois à l'obligeance de MM. Cornuel, Royer et Tombeck, de précieux renseignements sur les ossements d'*éléphant* trouvés dans les cavités des plateaux portlandiens à une très grande hauteur au-dessus des rivières. Cette découverte, celle des *silex taillés* des limons des plateaux kellowiens du Châtillonnais, des ossements des cavités des coteaux de Montmorency, se rattachent à un ordre de faits qui jettent un grand jour sur le climat de l'âge de pierre, et que je discuterai plus loin (90).

En résumé, on voit que les ossements sont fort rares dans les graviers des vallées jurassiques ; et cependant les animaux de l'âge de pierre étaient nombreux dans cette partie du bassin de la Seine, comme le prouvent les découvertes de MM. de Vibraye, Beaudoin et Collenot. Ce fait s'explique par le rapide abaissement du niveau des vallées, abaissement dû à leurs grandes pentes. Les rivières dans les vallées de l'oolithe ont promptement abaissé leur lit au niveau actuel, avant le développement de la faune. C'est donc au-dessous de l'étiage de ces rivières, ou à peu de hauteur au-dessus, qu'il faudrait chercher le gravier de fond, la couche à ossements, et cela n'est pas facile.

CHAPITRE XIX.

Restes des animaux de l'âge de pierre et traces de l'industrie humaine dans les plaines des terrains crétacés de la Champagne. — Les ossements, très peu nombreux à la surface de ces plaines, ne sont pas rares dans les terrains de transport. — Au contraire, les silex taillés, assez nombreux à la surface des plaines, surtout dans la craie à silex, sont très rares dans la grève.

Ossements trouvés dans les graviers des vallées des terrains crétacés. Vallées secondaires.

66. Les ossements sont très rares à la surface des plaines et sur les pentes des terrains crétacés de la Champagne, et cela est très naturel, puisqu'il n'existe dans ces terrains ni cavernes ni grandes fissures où les restes des animaux de l'âge de pierre auraient pu se conserver. Il en est tout autrement dans le terrain de transport des vallées, où ils sont assez nombreux ; c'est exactement le contraire qui a été constaté dans les terrains jurassiques de la Bourgogne.

Les *silex taillés* sont en assez grand nombre à la surface du sol dans la craie à silex de l'Yonne, et rares dans les terrains de transport ; et cela doit être, puisque les silex de la craie propres à être taillés couvrent souvent toute la surface des plateaux et sont très clair-semés dans les grèves.

Les vallées s'élargissent considérablement dans la traversée des terrains crétacés (8), et les graviers de l'âge de pierre en occupent entièrement le fond.

Il n'est pas rare de trouver ces terrains de transport, même dans les vallées secondaires, tant elles sont largement ouvertes, et on y a recueilli des ossements, fait qui n'a pas encore été constaté en amont, dans les petites vallées des terrains jurassiques.

M. Leymerie cite, dans la *Statistique géologique de l'Aube*, des molaires et une extrémité de fémur d'*éléphant* trouvées dans les grèves de la vallée de l'Armance, à Maizières (près Chessy, canton d'Ervy).

M. Roussel possède un bois de *cerf* des grevières de la Loge-Pomblain, situées dans la même vallée.

Il existe au musée de Troyes une côte de *baleine* provenant aussi du terrain de transport de l'Armance.

Le bassin de l'Armance, affluent de l'Armançon, est ouvert, en grande partie, dans la craie inférieure.

M. Leymerie considère comme terrain de transport le dépôt de Resson, commune de la Saussotte (canton de Villenauxe, Aube), qui s'est formé dans la vallée d'un petit affluent de la Seine. On a découvert des dents de *mammouth* et

une mâchoire de *castor* dans le travertin qui constitue la base de ce dépôt; il paraît même qu'on y a recueilli des ossements d'*oiseau* et un fragment de crâne *humain*. (M. Berthelin.) Avec ces ossements se trouvaient des coquilles terrestres et lacustres (*lymnées*, *cyclostomes*, *hélices*, celles-ci ayant souvent conservé leurs couleurs), des plantes aquatiques et terrestres, notamment des *charas*, des *roseaux*, des feuilles de *scolopendre* et d'arbres dicotylédones.

« La partie supérieure offre tous les caractères d'un dépôt de remplissage opéré « tumultueusement. » (M. Leymerie.)

Voilà, dans une bien petite vallée, les deux couches du terrain de transport, le fond du lit, le terrain à ossements et à coquilles fluviatiles et terrestres représenté par un travertin, ce qui n'a rien d'extraordinaire dans une localité où les sources sont très nombreuses et très chargées de carbonate de chaux, et l'alluvion déposée rapidement, tumultueusement, comme le dit M. Leymerie.

M. Royer possède une dent d'*éléphant* trouvée à Jagée, près de Montiérender, dans les graviers de la Voire, à peu de hauteur au-dessus des eaux actuelles.

M. Barotte possède un grand os d'*éléphant* provenant de la partie supérieure de la même vallée, à Sommevoire. Suivant MM. Debette et Cornuel, on aurait découvert à Longueville, dans le sable de la Voire, une tête de tibia du même animal.

A Ceffonds, près de Montiérender, on a recueilli dans le gravier une molaire d'*éléphant* et une hache en *silex taillé*, type de Saint-Acheul; à Montiérender, un couteau en *silex taillé*, du plus beau type. (M. Tombeck.)

La plus importante de ces découvertes est celle faite par M. Moreau à Sainte-Menehould, à 30 ou 40 mètres au-dessus de la rivière d'Aisne, dans des graviers exploités pour l'entretien des routes.

Ce géologue a recueilli à ces hauts niveaux plusieurs molaires et quelques ossements d'*éléphant*, et de nombreuses dents de *cheval* et de *sanglier*.

M. Lartet possède une molaire d'*Elephas antiquus* trouvée dans la même vallée à ces hauts niveaux.

A Barenton-Bugny, on a découvert, suivant M. Lambert, des ossements d'*éléphant* et de *grand bœuf* dans les graviers d'un petit affluent de la Serre qui porte aussi le nom de Barenton. Ce ruisseau de la craie est aujourd'hui bien paisible; il est bordé de marais, et incapable, par conséquent, de rouler du gravier et même du limon.

Ce fait est bien important; il prouve que les plus petits ruisseaux de la craie blanche étaient violents autrefois, et fait comprendre comment la tourbe, aujourd'hui si abondante dans le fond des vallées de la Champagne sèche, n'a pu se former, même dans les plus petites, pendant l'âge de pierre.

Toutes les vallées dont il vient d'être question sont courtes, et leurs bassins sont peu considérables en amont des points indiqués; mais elles sont très larges.

Les découvertes paléontologiques dont il vient d'être question confirment ce qui a été dit plus haut des graviers des petites vallées des terrains crétacés (52). On a démontré dans la première partie de cet ouvrage que, si ces vallées étaient étroites et resserrées comme celles des calcaires oolithiques ou des terrains tertiaires, elles seraient probablement dépourvues de gravier. Les ossements qu'on y rencontre prouvent que les cours d'eau de l'âge de pierre étaient assez violents pour remanier ces alluvions (15, 52).

Les ossements recueillis dans les vallées principales des terrains crétacés sont relativement plus rares.

67. Il semble, d'après cela, que les découvertes d'ossements devraient être plus nombreuses encore dans les vallées principales des terrains crétacés, et c'est le contraire qui a lieu.

Ces vallées sont très larges; la plus étroite, celle de l'Yonne, n'a pas moins de 4 kilomètres à Appoigny et en aval de Sens. La plaine de Vaudes, dans la vallée de la Seine, a 14 kilomètres de largeur; celle de Brienne, dans la vallée de l'Aube, 12 kilomètres, et celle du Perthois, la plus grande de toutes, 30 kilomètres. Ces énormes vallées sont entièrement tapissées de grève; par conséquent, elles ont été occupées successivement sur toute leur largeur par les grands cours d'eau de l'âge de pierre, et les cadavres flottants ont dû s'y déposer en grand nombre.

Il y a trois causes principales qui rendent les découvertes assez rares :

1° La grande largeur des graviers : les ossements étant disséminés sur des surfaces considérables, on tombe rarement sur un gisement;

2° Le peu d'importance des exploitations relativement à l'étendue des graviers : les seules grandes exploitations, les tranchées des chemins de fer, ont été faites avec une telle rapidité, que les ossements, s'il en a été rencontré, ont tous été jetés dans les remblais;

3° Le bas niveau des graviers des anciens lits : presque toutes les grevières sont à une très petite hauteur au-dessus des nappes souterraines. On trouve l'eau, dans la plupart des cas, à 2 ou 3 mètres au plus au-dessous du sol, et l'exploitation s'arrête alors. On n'exploite donc, en général, que l'alluvion, et l'on n'arrive pas au gravier de fond, à la couche à ossements.

On n'a rien découvert jusqu'ici dans les grèves des hauts niveaux.

68. Jusqu'à ce jour on n'a rien trouvé dans les grèves des hauts niveaux.

M. Royer m'a désigné plusieurs dépôts d'alluvions anciennes dans les dernières ramifications de l'oolithe et dans les terrains crétacés du voisinage de Saint-Dizier, à 60 mètres au-dessus de la Marne à Provenchon, à 25 mètres à Bienville, à 15 mètres à Saint-Dizier même; mais il n'indique aucune découverte paléontologique dans ces terrains de transport.

M. Leymerie, dans la *Statistique géologique de l'Aube*, parle des grèves des hauts niveaux de Fresnoy, de la ferme de Beaumont, des plateaux de Chappes, qui sont situées à 30 et à 40 mètres au-dessus de la Seine. M. l'ingénieur en chef

Quilliard cite comme étant à peu près à la même hauteur les grèves de la forêt de Rumilly. Il ne paraît pas qu'on ait jamais rencontré d'ossements dans ces terrains de transport.

Il est probable que les dépôts des plus hauts niveaux n'ont pas été remaniés par les cours d'eau ; mais il est absolument impossible de distinguer la grève de l'époque diluvienne de celle de l'âge de pierre. La paléontologie pourrait seule jeter du jour dans cette question si obscure.

J'ai dit que les graviers diluviens devaient être azoïques; il serait très intéressant de constater si les grèves des hauts niveaux que je viens de nommer renferment, à défaut d'ossements, des coquilles fluviatiles ou terrestres.

Ossements découverts dans les grèves des bas niveaux des vallées crétacées.

69. Vallée de l'Yonne. Le musée d'Auxerre possède une très belle tête de *Bos primigenius* recueillie dans le lit même de l'Yonne, à Bassou, près d'Auxerre. (M. Cotteau.)

A Cézy, un peu en aval de Joigny, lors de la construction du chemin de fer de Lyon, en 1847, on a trouvé une belle molaire d'*éléphant* à 4 mètres de profondeur, dans le gravier de l'anse formée par le confluent du ruisseau de Saint-Vrain.

Des bois d'*élan* ont été recueillis dans la grève de Laroche et sont déposés au musée d'Auxerre[1].

Des dents et une mâchoire inférieure d'*éléphant* ont été découvertes dans le cimetière et dans le voisinage de Sens; la mâchoire est déposée au musée de cette ville. (M. l'ingénieur des mines Debette.)

M. l'ingénieur Humblot a recueilli près de Sens, dans une sablière exploitée pour les travaux de l'aqueduc de la Vanne, un beau bois de *renne* de très grande taille.

Vallée du Serein. A Beaumont, canton de Seignelay, on a recueilli quelques ossements de *cheval*. (M. Debette.)

Vallée de l'Armançon. On a trouvé des molaires d'*éléphant* à Tronchoy, à Bouilly, à Avrolles (anse formée par le débouché du Créauton) et à Brienon. (MM. Cotteau, Rathier, Debette.)

Vallée de la Seine. On comprend sans peine que les grevières en exploitation n'occupent qu'une bien petite partie de cette grande plaine de 14 kilomètres de largeur que couvrent les anciennes grèves de la Seine. Ces grèves, suivant M. Leymerie, ont de 5 à 6 mètres d'épaisseur dans la plaine de Vaudes. Les localités où des ossements ont été découverts sont donc fort peu nombreuses. M. Leymerie, dans la *Statistique géologique de l'Aube*, n'en cite que deux : Isle-Aumont et Villebertin; toutes deux sont même situées en dehors de la vallée de la Seine, sur le bord d'un petit affluent nommé l'Hozain ; mais, comme il n'est

[1] Ce fait mérite confirmation. Les restes d'*élan* sont fort rares, et il serait singulier que M. Cotteau ne m'eût pas parlé de cette importante découverte.

pas prouvé que, dans l'âge de pierre, les grèves de l'Hozain n'aient pas été couvertes par les eaux de la Seine, je les attribuerai à cette dernière rivière.

Les découvertes faites dans ces deux localités sont fort nombreuses et très importantes. M. Leymerie ne cite pas moins de dix molaires d'*éléphant*, des bois de *cerf* d'une grande taille et bien d'autres débris non conservés.

M. l'ingénieur en chef Quilliard a fait, sur ma demande, le relevé des ossements d'Isle-Aumont et de Villebertin déposés au musée de Troyes; on y remarque :

Une dent de *rhinocéros;*

Plusieurs molaires et un fragment de défense de *mammouth;*

Des débris de *grand bœuf;*

Des dents de *cheval;*

Des fragments de bois de *cerf.*

Le limon superficiel des grevières de Rozières, près de Troyes, a fourni quelques dents de *bœuf* et de *cheval.* (M. Debette.)

D'après M. Leymerie, le limon jaune qui couvre les grèves de la vallée de la Seine renfermerait de petites coquilles fluviatiles et terrestres (*hélices, ambrettes*). Cette remarque est très importante, puisqu'elle confirmerait ce que j'ai dit de ces limons du fond des vallées qui, suivant moi, ne sont pas diluviens.

Un *silex taillé* a été trouvé dans ce limon. (M. Berthelin.)

Suivant M. Cautiot, on aurait recueilli des os *humains*, des débris de *céramique* et des *silex taillés* dans le terrain de transport de la plaine de Troyes; mais je n'ai pu me procurer aucun renseignement précis sur ces objets, et je signale cette découverte sous toute réserve.

On n'a rien trouvé dans les grèves de la vallée de l'Aube, qui ne sont guère moins larges que celles de la Seine et sont moins exploitées encore. (M. Leymerie.)

VALLÉE DE LA MARNE. La plaine du Perthois est plus large que celle de Vaudes et que celle de Brienne. Les exploitations de grève y sont donc relativement moins étendues. M. Royer possède des lames de dents et de menus fragments de défense d'*éléphant* qui paraissent être les seuls fossiles trouvés jusqu'ici dans cette vaste plage de grève.

Une molaire d'*éléphant* a été trouvée dans la grève de la Marne, près Saint-Dizier. (M. Tombeck.)

VALLÉE DE L'AISNE. A l'aval des confluents de la Biesme et de l'Aire, l'Aisne devient un des grands cours d'eau du bassin de la Seine; c'est de beaucoup le plus lent du bassin de l'Oise.

On voit au Muséum une molaire d'*Elephas primigenius* trouvée, dit l'inscription, à Rethel, à 30 pieds de profondeur *et à 70 pieds au-dessous de l'Aisne.* Cette dernière indication est évidemment défectueuse, et on ne peut savoir si cette dent appartient aux bas niveaux.

M. Piette m'écrit que, dans l'arrondissement de Rethel, l'Aisne coule dans une

vaste plaine où les débris de *mammouth* ne sont pas rares. Il en a trouvé dans la partie inférieure des grevières, au contact de la craie ; c'est bien là la position ordinaire de la couche à ossements. Il possède, en outre, une dent et un andouiller de *cerf*. Les grevières où ces ossements ont été découverts sont à environ 1 kilomètre de la rivière et à 2 mètres en contre-haut de son niveau. A 1 mètre au-dessus des ossements d'éléphant, M. Piette a découvert un couteau en silex. Ce couteau, la hache et les autres silex taillés recueillis, d'après M. Tombeck, dans le voisinage de Montiérender, sont les seuls objets travaillés par l'homme dont nous ayons, jusqu'ici, signalé la présence dans le terrain de transport; car le couteau qui, d'après M. Berthelin, a été trouvé dans la vallée de la Seine, appartient au limon des débordements.

M. Fleury, président de la Société académique de Lyon, possède une boîte cranienne de *grand bœuf* trouvée dans une grevière près de Neuchâtel. (M. l'abbé Lambert.)

Vallée de l'Oise. Je n'ai pu me procurer aucun renseignement sur les ossements découverts dans la partie crayeuse de la vallée de l'Oise.

CHAPITRE XX.

Restes des animaux de l'âge de pierre et traces de l'industrie humaine dans la traversée des terrains tertiaires. — Indices à la surface des plateaux. — Graviers des rivières. — Paris. Hauts niveaux. — Montreuil. — La Bièvre. — Sevran. — Bas niveaux. — Grenelle. — Levallois-Clichy.

Les animaux de l'âge de pierre vivaient en grand nombre sur les plateaux tertiaires.

70. Les animaux de l'âge de pierre paraissent avoir vécu en très grand nombre sur les plateaux tertiaires du bassin de la Seine. Les points où leurs débris ont été rencontrés hors des cours d'eau sont encore peu nombreux, mais très riches en ossements.

M. Watelet a signalé, le premier, le gisement de Cœuvres, situé à 8 kilomètres à vol d'oiseau de l'Aisne et à peu de distance d'un ruisseau qui débouche sur la rive gauche de cette rivière, à 12 kilomètres environ à l'aval de Soissons. C'est près d'une ferme nommée *le Murget*, appartenant à M. Rouzé, que la découverte a été faite. Les ossements sont enfouis dans une couche de marne blanche de 1^{m},50 d'épaisseur, qui, suivant M. l'abbé Lambert, n'a pas été déposée par le ruisseau de Cœuvres. D'après M. Watelet, ils sont ensevelis à mi-côte, sous un éboulis des roches qui couronnent les coteaux. La liste des animaux dont les restes ont été trouvés peut être ainsi résumée : *ours des cavernes*, *hyène des cavernes*, *chien* (grande taille), *grand bœuf*, *grand cerf*, *renne*, *cheval*, *rhinocéros* (*tichorhinus*) et surtout *éléphant* (*Elephas primigenius*); des débris de quarante *éléphants* ont été trouvés dans un trou de quelques ares de superficie. Enfin on y a recueilli des fragments de mâchoire d'un rongeur indéterminé.

M. Watelet a signalé cette belle découverte dans l'*Argus soissonnais* du 16 février 1864 et dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (séance du 2 mai 1864, t. XXI, p. 289 [1]).

Un squelette d'*éléphant* a été découvert dans un atterrissement, au sommet du coteau du Trosly-Loire (Aisne). (M. Watelet.)

Près de Champcueil, arrondissement de Corbeil (Seine-et-Oise), M. Bréguet a découvert, sous des éboulis de grès, un squelette complet d'*hyène des cavernes*. La tête seule a été sauvée; elle est déposée au Muséum. On a trouvé dans le

[1] Voir, en outre, une autre notice sur Cœuvres, même *Bulletin*, t. XXII, p. 32.

même emplacement des dents d'*éléphant* (*Elephas primigenius*); j'y ai recueilli moi-même quelques ossements de *grand bœuf*.

M. Desnoyers a décrit les ossements trouvés dans les puits de gypse des coteaux de Montmorency et d'Herblay; ils comprennent la faune suivante :

Carnassiers insectivores. *Musaraigne, taupe.*

Carnassiers carnivores. *Blaireau, belette, putois, martre.*

Rongeurs. *Campagnol, hamster, spermophile, lièvre, lagomis.*

Solipèdes. *Cheval.*

Ruminants. *Renne, cerf.*

Os d'*oiseau* du genre *Râle; petits batraciens; coquilles terrestres* [1].

On a recueilli près de 2000 ossements dans un seul puits de gypse à Montmorency. Je reviendrai sur cette découverte, qui se rattache plus directement au régime des eaux de l'âge de pierre. Des gisements du même genre ont été reconnus sur les coteaux de Dammartin (Seine-et-Oise), à l'extrémité de la plaine Saint-Denis.

[illegible] sur les plateaux.

71. *Silex taillés.* Dans un dépôt diluvien qui domine de 10 à 12 mètres la petite rivière de Vesle, près de Quincy-sous-le-Mont, canton de Braisne (Aisne), M. de Saint-Marceaux a recueilli huit haches ou fragments de haches, une pointe de lance et dix-sept silex taillés. Il assimile cette découverte à celle faite par M. Baudoin près de Châtillon-sur-Seine.

Le même géologue a trouvé des *silex taillés* en forme de couteaux et de grattoirs dans le gîte à ossements de Cœuvres.

M. Watelet a exposé des haches, type de Saint-Acheul, provenant du même gisement. (Exposition universelle de 1855.)

M. de Montmahou m'a signalé une localité très riche en *silex taillés*, dans le voisinage de Nemours, au-dessous des rochers de la Grande-École et de la Joie, et m'a remis en même temps plusieurs pièces qui en provenaient. Dans le coteau qui descend des roches à la rivière, les vignerons mettent à découvert de très nombreux silex travaillés. A Nemours, M. Doigneau a réuni une très belle collection de ces objets.

Ces indications suffisent pour démontrer que l'homme et les grands quadrupèdes de l'âge de pierre vivaient en grand nombre sur les plateaux tertiaires qui entourent Paris. Si leurs restes sont rares sur les bords des petits cours d'eau, cela tient à ce que les graviers sont très peu développés dans les étroites vallées secondaires de la Brie et du Soissonnais. Les terrains de transport manquant presque partout, les cadavres n'étaient point ensevelis, et les ossements étaient promptement détruits par l'action des agents atmosphériques.

[1] Voir la brochure de M. Desnoyers, *Annales des sciences géologiques*, publiées par M. Rivière, 1842.

Les vallées des grandes rivières, au contraire, sont suffisamment larges pour que les terrains de transport y soient bien développés; elles sont très sinueuses, condition favorable au dépôt des alluvions; leurs pentes sont faibles, et les lits des cours d'eau sont restés longtemps au-dessus des niveaux actuels; les fonds de vallées ne sont pas démesurément larges comme en Champagne, les sablières exploitées en occupent une fraction appréciable, et les gisements d'ossements ont pu être mis à nu dans beaucoup de localités.

Les découvertes de ce genre sont tellement nombreuses, qu'il est impossible de les signaler toutes. Je ne parlerai donc ici que de celles qui justifient ce qui a été dit plus haut du régime des grands cours d'eau.

72. Il me paraît logique de commencer cette étude par les sablières de Paris, qui ont été exploitées sur une très grande échelle. Paris. Hauts niveaux.

Sur la planche n° 3, j'ai figuré en rouge les lambeaux de l'ancien lit, que je rapporte aux hauts niveaux et qui sont compris entre les altitudes de 63 et 51 mètres; ces graviers s'élèvent donc de $36^{m},75$ à $24^{m},75$ au-dessus du zéro de l'échelle du pont de la Tournelle, niveau des basses eaux de la Seine en 1719.

J'ai dit que cet ancien lit traversait l'emplacement de Paris presque en ligne droite, et ne dessinait pas les sinueux méandres que la Seine a tracés depuis.

D'après cela, c'est principalement dans les anses des rives qu'on pouvait espérer trouver des ossements.

73. Le 31 mars 1866, je visitai les sablières de la plaine de Vincennes avec M. Prestwich et plusieurs autres géologues anglais, notamment M. Jeffreys et M. Warrington, président de la Société géologique de Londres, et un géologue belge, M. Dupont. C'est ainsi que j'ai connu les sablières de Montreuil. Le jour de cette visite, nous y trouvâmes divers ossements, et notamment un grand humérus d'*éléphant*, aujourd'hui déposé au Muséum. Anse de Montreuil.

Depuis, j'ai fait surveiller ces sablières par M. Margerie, sous-contrôleur du service des eaux, qui a rempli cette tâche avec beaucoup de soin et d'intelligence. C'est à lui que je dois la conservation des pièces les plus remarquables, qui étaient tellement friables, qu'elles tombaient en poussière sous la moindre pression. J'ai recueilli ainsi une grande partie de la faune des grands mammifères quaternaires. Les coquilles fluviatiles et terrestres se trouvent aussi en abondance dans les graviers de Montreuil; mais je n'y ai découvert jusqu'ici aucune trace de l'homme et de son industrie.

Ces graviers se sont déposés, comme on l'a déjà dit, dans une anse comprise entre les promontoires de Nogent-sur-Marne et de Charonne; au fond, sur la pente, est bâti le village de Montreuil. (Planches n°s 3 et 4.)

Les eaux du fleuve pénétraient en tournoyant dans cette anse, y perdaient leur vitesse et y déposaient les corps flottants et les sables.

Onze sablières y sont exploitées en ce moment; dans toutes on trouve des ossements; mais les deux plus riches, incomparablement, sont celles qui touchent à la route départementale de Paris à Montreuil et qui sont exploitées par MM. Savart et Trimoulet. Pour un ossement qu'on découvre dans les neuf autres sablières, on en trouve certainement dix dans celles-ci. Cela prouve, ce me semble, que les cadavres arrivaient en flottant dans l'anse de Montreuil, et qu'ils atterrissaient à certains points favorables. Si les ossements y avaient été jetés avec le sable, on ne comprendrait pas pourquoi tous les points de l'anse ne seraient pas également riches, et pourquoi les graviers ossifères se seraient portés spécialement dans l'emplacement des carrières Savart et Trimoulet.

Les ossements se trouvent toujours dans le fond des sablières, rarement à plus de 2 ou 3 mètres au-dessus du terrain tertiaire sur lequel reposent les graviers, c'est-à-dire dans le gravier de fond (23).

Leur état de conservation est très variable; quelques-uns n'ont subi aucune altération; on croirait, à les voir si parfaits, qu'ils viennent d'être désarticulés : j'ai découvert notamment une jambe complète d'*aurochs* (diagr. 34). L'humérus, le cubitus et le radius, les six os du carpe, le métacarpien et son petit os complémentaire, ont été recueillis dans leur position naturelle; cinq des phalanges et leurs petits os étaient au-dessous, dans le sable.

A côté, et un peu au-dessus, se trouvait la tête, mais renversée, c'est-à-dire à plat sur l'os frontal. L'atlas et une autre vertèbre cervicale ont été recueillis dans le voisinage avec un fragment d'un autre métacarpien; mais, comme ils étaient mêlés avec beaucoup d'ossements provenant d'autres animaux, on n'oserait affirmer que tous ces débris de grand bœuf appartinssent au même aurochs [1].

D'autres ossements sont dans un état de conservation beaucoup moins parfait, et j'en ai recueilli qui sont roulés jusqu'à l'usure presque complète.

Cela démontre d'une manière évidente que la surface des couches ossifères restait longtemps à découvert, exposée à l'action de l'eau; que chacune de ces couches a formé le gravier de fond pendant un temps de régime permanent, comme je l'ai dit plus haut (33). Les ossements les plus anciennement déposés ont été, pendant cette permanence de régime, soumis à l'action des tourbillons qui pénétraient dans l'anse, et la plupart ont été détruits; les plus récents ont été de moins en moins détériorés, et enfin les derniers déposés se sont trouvés dans une position telle, qu'ils étaient certainement sur place avec leurs ligaments bien

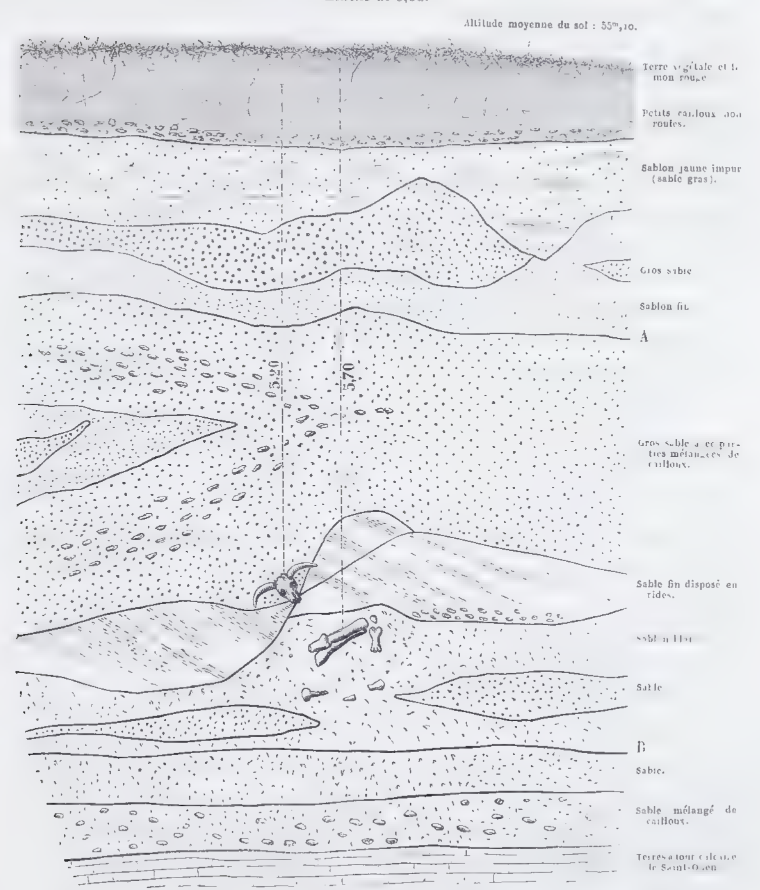
[1] Ces magnifiques pièces, si friables qu'on n'y pouvait toucher sans les réduire en poussière, ont pu être conservées. Je les ai consolidées moi-même par le procédé de M. Stahl. J'ai remonté la jambe d'aurochs qui était réduite en petits fragments. La tête a été restaurée, dans les ateliers du Muséum, par M. le docteur Sénéchal.

peu de jours avant le moment où sont arrivés les sables dans lesquels ils ont été enfouis.

DIAGRAMME N° 34.

Coupe de la sablière Savart à Montreuil.

Échelle de 0,02.



C'est donc avec raison que j'ai désigné sous le nom de graviers de fond les couches ossifères (23).

Il n'est pas moins démontré que l'alluvion a été jetée par grande masse dans l'anse de Montreuil. Les ossements de l'*aurochs* sont figurés dans la position

où ils ont été découverts. Le diagramme n° 34 fait voir nettement que les terrains de transport n'ont point été déposés par petites couches, comme les terrains régulièrement stratifiés au fond de la mer ou d'un lac; la position relative des os de l'*aurochs* prouve que la surface de la couche à ossements a été assez vivement remuée par les tourbillons, en temps de crue probablement, pour séparer ces diverses pièces par une couche de sable de plus d'un mètre de hauteur. C'est ce qui a lieu encore aujourd'hui dans nos petites rivières. Lorsqu'en basses eaux on voit le corps d'un animal quelconque échoué sur un banc de sable et désarticulé par la putréfaction, on est bien certain, à la suite de la première crue, de trouver tous les ossements dispersés ou enfouis à diverses profondeurs dans le sable, quoique, en apparence, la forme du banc n'ait pas changé. A Montreuil, il faut constater, en outre, que, depuis l'ensablement des ossements de l'*aurochs*, cette partie de la sablière n'a plus été bouleversée; la disposition très compliquée des amas de sable où étaient enfouis les ossements est due à une seule crue, et la masse AB de terrain de transport a été apportée par la même crue.

C'est très probablement à une époque de changement de régime, dans un moment où le fleuve abaissait son lit, que l'*aurochs* et toute cette masse de sable ont été apportés (33).

La disposition des zones du limon des débordements, du gros sable et des amandes de sable et de gravier, est d'ailleurs la même que dans les coupes de Grenelle et de Levallois (diagr. n[os] 20, 21, et 22), et fait voir que les dépôts ont eu lieu par tourbillonnements.

Ossements les plus remarquables découverts [illegible] l'anse de Montreuil.

74. C'est dans les sablières de Montreuil que, pour la première fois, on a trouvé des ossements d'animaux considérés jusqu'ici comme appartenant à l'époque tertiaire.

Rhinocéros. J'ai recueilli dans ces sablières trois molaires de *Rhinoceros Merckii*, la dernière molaire d'une mâchoire supérieure de *Rhinoceros etruscus* (déterminées par M. Lartet), quinze autres molaires, un fragment de mâchoire inférieure garni des deux dernières molaires et vingt-trois fragments de molaires, qui appartiennent soit à une de ces deux espèces, soit peut-être au *Rhinoceros leptorinus.* Ce fait seul aurait suffi autrefois pour faire classer les graviers de Montreuil dans le terrain pliocène. Il est certain, au contraire, qu'ils appartiennent à un vieux lit de la Seine et qu'ils sont quaternaires, ce qui rajeunit singulièrement les rhinocéros dont il vient d'être question.

M. Reboux a trouvé les restes des mêmes animaux dans les graviers des bas niveaux de Levallois et de Clichy.

Le *Rhinoceros tichorhinus* n'a pas été trouvé jusqu'ici à Montreuil.

Cervus megaceros (?). J'ai recueilli divers débris d'un cerf d'une taille à peu près égale à celle du *megaceros,* notamment un fragment de mâchoire inférieure garni

de deux prémolaires, de la première molaire et des racines des deux suivantes, qui a été déterminé par M. Lartet.

J'ai trouvé, à côté de la tête d'aurochs dont il a été question ci-dessus, les fragments d'un métatarsien de grand cerf qui a pu être reconstruit entièrement, et qui est de même longueur que celui de la femelle du *megaceros* du Muséum. M. Lartet pense cependant qu'il appartient à un *cerf élaphe* de très grande taille. La gouttière antérieure est très différente de celle du métatarsien du *megaceros;* un des bords est beaucoup plus saillant, l'autre plus déprimé.

Cervus Belgrandi. J'ai découvert une autre espèce de *cerf* non décrite, d'une très grande taille; j'en possède trois frontaux et trois fragments de bois, tous recueillis dans la carrière Savart. M. Lartet a rapproché ces ossements de toutes les figures de bois de cerfs pliocènes et de l'âge de pierre publiées ou photographiées jusqu'ici, et n'en a pas trouvé qui soient comparables; c'est donc une espèce nouvelle. Le plus grand a le front aussi large que le *megaceros;* voici en quoi il en diffère :

1° Les bois sont plus grêles et moins inclinés latéralement;

2° L'andouiller basilaire manque : c'est un caractère fort important et très rare; le premier andouiller est à 7 centimètres de la couronne basilaire et tourné en dedans. Un des grands cerfs de Saint-Prest manque aussi d'andouiller basilaire; mais le premier est tourné en dehors [1].

M. Lartet a désigné cette nouvelle espèce sous le nom de *Cervus Belgrandi.* Elle se rapproche beaucoup plus des espèces considérées jusqu'ici comme pliocènes que des espèces quaternaires ou modernes. Il est possible que la mâchoire et le métatarsien décrits ci-dessus et d'autres ossements de grands cerfs recueillis également à Montreuil appartiennent au *Cervus Belgrandi.* Ce qui donnerait quelque poids à cette opinion, c'est que, jusqu'ici, on n'a découvert dans les sablières de Montreuil aucun fragment de bois de *megaceros.*

Élan. Un très beau métacarpien d'*élan* a été trouvé dans la carrière Savart. On sait qu'on n'avait jamais trouvé l'élan dans les terrains de transport de France. Ce métacarpien dépasse d'un quart environ en largeur celui du plus grand élan de la collection du Muséum.

Carnassiers. Je vois encore parmi les pièces que j'ai sous les yeux cinq canines d'*ours*, dont quatre appartiennent à une petite espèce : une dent canine d'hyène (*Hyæna spelæa*), et une autre plus petite provenant d'un carnassier indéterminé.

Aurochs. Je n'ai recueilli jusqu'ici aucun fragment de cornes du *Bos primigenius.*

[1] Voir la figure donnée par M. Paul Gervais (*Recherches sur l'ancienneté de l'homme, etc.* Artus Bertrand, 11, rue Hautefeuille). — Depuis, M. Lartet m'a fait voir la photographie d'un autre grand cerf de Saint-Prest, qui ressemble beaucoup au *Cervus Belgrandi.*

L'*aurochs*, au contraire, y est très commun. J'ai recueilli principalement dans les carrières Savart et Trimoulet :

1° La tête dont il a été question ci-dessus, avec les deux cornes, les os orbitaires, la boîte osseuse du cerveau, l'os occipital, le frontal et le nez; la mâchoire supérieure a malheureusement été cassée d'un coup de pioche; cinq dents ont été recueillies; la mâchoire inférieure manque. Une autre tête moins complète.

2° Une jambe de devant entière, à l'exception d'une phalange onguéale et de la moitié supérieure de l'humérus. Cette jambe présente une particularité assez curieuse : le métacarpien est affecté d'une tuméfaction à son extrémité; l'animal était rachitique. Cette particularité a permis de reconnaître, dans de nombreux ossements trouvés à proximité, l'autre métacarpien, portant les traces de la même maladie.

3° Les cornes ou débris de cornes de huit autres *aurochs* au moins.

4° Cent soixante et dix dents appartenant à des animaux du genre *Bos*, la plupart de grande taille, et probablement à l'*aurochs*, puisque c'est le seul grand bœuf dont les cornes aient été rencontrées. Les débris énumérés ci-dessous appartiennent aussi pour la plupart à de grands bœufs.

5° Dix vertèbres cervicales de grandes dimensions, dont deux atlas et deux axis. Débris très nombreux.

6° Sans compter les os de la jambe décrits ci-dessus, un radius et quatre fragments, un métacarpien entier et quatre fragments, deux os du carpe, six fragments d'humérus.

7° Six fragments de tibia, deux de fémur et cinq de métatarsien.

8° Deux grands calcanéums et deux plus petits, trois os du tarse.

9° Onze astragales entiers de grandes dimensions et quatre fragments.

10° Six phalanges.

11° Innombrables débris qui peuvent être déterminés pour la plupart.

L'*aurochs* de Montreuil était à courtes cornes; la plus longue corne trouvée mesure 55 centimètres de longueur, en comptant pour 2 centimètres la pointe qui manque; les cornes de la tête décrite ci-dessus ont 0m,40 de longueur et 0m,33 de circonférence à la base. L'animal était donc de taille médiocre, quoiqu'il fût vieux. Les dents sont très usées.

Petit bœuf. Parmi les ossements décrits ci-dessus se trouvent ceux d'un *petit bœuf* non déterminé.

Cheval. Le *cheval* est plus rare que le *bœuf*: je n'ai recueilli que quarante dents, les unes appartenant à des chevaux de très grande taille, les autres à une espèce plus petite, un fragment de canon, deux astragales, douze phalanges, une vertèbre brisée et quelques autres ossements non déterminés.

Cerf. Outre les ossements de *grands cerfs* décrits ci-dessus, on a recueilli à Montreuil : 1° un astragale, une phalange et une dent de *cerf* de très petite espèce; 2° un fragment de bois d'une nouvelle espèce; la meule fait voir que

ce bois était très incliné latéralement; 3° des ossements de *Cervus elaphus* assez nombreux.

Chevreuil (?). Un métacarpien.

Les restes de ces diverses espèces de *cerfs* sont moins nombreux encore que ceux du cheval. Ainsi le nombre des dents recueillies pour les six espèces du genre *Cervus* mentionnées ci-dessus ne dépasse pas dix.

Sanglier. Deux molaires, un métacarpien, un fragment d'humérus.

Éléphant. Un humérus énorme, de 1^{m},35 de hauteur, a été découvert au fond de la carrière Trimoulet: j'ai dit dans quelles circonstances. C'est le plus grand humérus d'éléphant connu. Cette belle pièce est aujourd'hui dans la Galerie de géologie du Muséum, auquel elle a été donnée par M. le Préfet de la Seine.

Il faut probablement rapporter au même colosse un métacarpien qui n'a pas moins de 26 centimètres de longueur sur 28 centimètres de circonférence, mesurée au milieu de la longueur.

La collection comprend, en outre, plusieurs fragments d'os de toute grandeur : têtes d'humérus, débris de vertèbres et d'os longs.

Elephas antiquus. Deux fragments de molaires, de très grandes dimensions, ont peut-être appartenu à l'*éléphant* dont les débris gigantesques viennent d'être décrits.

Elephas primigenius. Deux dents de lait très bien conservées, trois beaux fragments de molaires d'adulte.

Les ossements d'*éléphant* sont moins communs à Montreuil que ceux des animaux qui précèdent.

Hippopotamus major (?). Trois fragments de canines, dont deux de grandes dimensions; deux molaires d'une belle conservation, dont l'une très grosse; la première phalange d'un doigt.

En somme, la faune de Montreuil comprend les espèces suivantes :

CARNASSIERS.

Hyæna spelæa.
Ursus (de petite taille).
Carnassier indéterminé.

PROBOSCIDIENS.

Elephas.
Elephas antiquus.
Elephas primigenius.

PACHYDERMES.

Rhinoceros Merkii.
Rhinoceros etruscus.
Rhinoceros leptorhinus (?).
Hippopotamus major.
Sus scropha.

SOLIPÈDES.

Equus, grande taille.
Equus, petite taille.

RUMINANTS.

Bison europæus.
Bos, petite taille.
Cervus alces.
Cervus megaceros hibernicus (?).
Cervus Belgrandi, Lartet, espèce nouvelle.
Cervus, espèce non déterminée, à bois très inclinés latéralement.
Cervus elaphus.
Cervus (espèce indéterminée, très petite).
Cervus capreolus (?).

Jusqu'ici le *renne* et le *Rhinoceros tichorhinus* n'ont pas été trouvés à Montreuil.

Faune des limons de la Bièvre et des graviers de la route d'Italie.

75. On a dit plus haut (35) que les eaux de la Bièvre, refoulées par le fleuve de l'âge de pierre, avaient formé, en amont de la butte aux Cailles, un épais dépôt limoneux.

M. Constant Prévost a donné la liste suivante des ossements recueillis dans cette localité par M. Duval [1] :

Éléphant. Côte et portion du bassin, fragments de dents.

Cerf. Bois.

Bœufs. Plusieurs os et dents.

Rhinocéros. Os du carpe et dent molaire.

Chevrotain, très petite espèce. Portion de tibia.

Blaireau. Mâchoire et plusieurs os.

Cochon. Dents.

Tigre ou *lion.* Dent canine.

Cheval. Mâchoire.

Rongeurs. Dents et vertèbres de plusieurs espèces très petites (campagnol).

Oiseaux. Os de gallinacés.

Os de *batraciens, lézards, serpents,* coquilles fluviatiles et terrestres, telles que *hélices, paludines, bulimes, cyclostomes, lymnées* et *cyclades.*

D'après M. Lartet, parmi les ossements de rongeurs se trouvait une tête de *marmotte* très bien conservée.

Cette faune se distingue de la plupart des faunes connues des autres cours d'eau, en ce qu'elle renferme des débris de petits animaux; cela est tout naturel, puisque les ossements tombant dans un dépôt limoneux, c'est-à-dire dans une partie du lit où l'eau était sans vitesse et sans violence, les plus petits, les plus délicats ont pu s'y conserver jusqu'à nous. Il est évident, au contraire, que le cadavre d'un campagnol et même d'une marmotte, lorsqu'il tombait à la surface d'un banc de sable ou de gravier, devait être presque immédiatement détruit par le frottement des matières lourdes charriées par l'eau.

J'ai cependant trouvé un os long d'un très petit animal dans la sablière Savart, à Montreuil; mais cet ossement, trop friable, a été détruit avant d'avoir été déterminé.

Cette faune de la Bièvre est intéressante à un autre point de vue. Rien ne prouve mieux, suivant moi, l'existence du déversoir de la route de Fontainebleau, si bien dessiné encore aujourd'hui par la disposition des lieux; les cadavres d'animaux et les autres corps flottants qui passaient par-dessus ce déversoir tombaient dans la vallée de la Bièvre; ceux qui étaient entraînés vers l'aval s'écoulaient dans la Seine; mais ceux qui entraient dans les tourbillonnements d'amont s'enfouissaient dans le limon qui se déposait en abondance dans ces eaux tran-

[1] *Bulletin de la Société géologique de France,* 1re série, t. XIII, p. 297. La collection de M. Duval a été vendue à M. Agassiz.

quilles. Il est à remarquer que ces dépôts limoneux, si puissants sur les coteaux de la vallée de la Bièvre, en amont du chemin de ceinture jusqu'à Bourg-la-Reine, manquent en aval. Aussi aucun ossement n'a été découvert jusqu'ici, sur les flancs de cette vallée, entre le chemin de fer et la Seine.

Il est possible que la Bièvre ait été creusée, dès l'origine, à peu près avec son profil actuel; les ossements trouvés par M. Duval ont donc pu se déposer depuis le commencement de l'âge de pierre, tant que les eaux du grand fleuve ont passé par-dessus le contrefort de la barrière d'Italie.

76. Le lit de la Seine formait, sur la rive gauche, à l'extrémité de la plaine d'Ivry, une petite anse coupée aujourd'hui par la route d'Italie, au pied de la rampe de Villejuif; la sablière du Kremlin (route d'Italie, nº 50) est exploitée au fond de cette anse (30). Je n'ai pu me procurer aucun renseignement sur les découvertes faites antérieurement dans ces graviers; j'y ai recueilli une vertèbre d'*hippopotame* de grande taille, des fragments de grands os d'*éléphant*, des dents de *cheval*, etc. Anse du Kremlin.

Cette sablière, les graviers de l'anse de Montreuil et les limons de la Bièvre, sont, jusqu'ici, les seuls terrains ossifères appartenant aux hauts niveaux de l'ancienne Seine, à Paris et dans la banlieue.

En examinant la planche nº 3, on reconnaît, en effet, que les dispositions des autres restes des lits élevés sont peu favorables au dépôt des corps flottants. Le plateau de la butte aux Cailles et la plaine d'Ivry étaient en plein courant, et d'ailleurs les cadavres qui passaient par-dessus tombaient naturellement dans la Bièvre; le plateau de l'avenue Daumesnil et de la plaine élevée comprise entre Charenton et Saint-Mandé était au milieu du lit; il en était de même des graviers de la dépression de la Villette et de la Chapelle, qui, d'ailleurs, paraissent avoir été emportés presque entièrement dans le travail d'abaissement des lits. Il n'est donc pas étonnant que je n'aie recueilli, dans les nombreuses tranchées ouvertes dans ces terrains, que deux dents de *mammouth* complètement dépouillées de leur cément (tranchées de l'avenue Daumesnil et de la place de Reuilly), et que les coquilles fluviatiles et terrestres, si communes à Montreuil et dans les limons de la Bièvre, y manquent presque complètement.

Je n'ai trouvé jusqu'ici aucun *silex taillé* dans les sablières de l'anse de Montreuil. Est-ce parce que je n'ai pas fait surveiller d'assez près les exploitations? Est-ce parce que cette anse était ouverte dans une île de l'ancien lit et que cette île était déserte (voir la planche nº 4)? C'est ce que je ne puis dire.

Mais nous allons trouver des traces du travail de l'homme à une autre station bien connue des géologues.

77. J'ai démontré plus haut (20) que la longue dépression de Sevran, dans Sevran.

laquelle M. Girard, en creusant le canal de l'Ourcq, a recueilli des ossements décrits par Cuvier, faisait partie des hauts niveaux, quoiqu'on n'y trouve ni sable ni gravier; son altitude même prouve que cette dépression établissait une communication entre la Marne et le marais de la plaine Saint-Denis traversé par la Seine.

Quoique ce dépôt ne soit pas à Paris, je crois qu'il convient d'en parler ici, parce que le bras du fleuve dans lequel il s'est formé n'était séparé du bras principal où se trouve l'anse de Montreuil que par une île, la longue bande de terrain gypsifère qui s'étend de Dampmard à Paris.

Les cadavres flottants qui s'engageaient dans ce défilé atterrissaient au point culminant, et les ossements s'y sont conservés dans la vase qui se déposait en même temps dans cette eau dépourvue de vitesse.

Les ossements trouvés par M. Girard appartiennent presque tous à des animaux de race éteinte ou qui ont abandonné le pays : *Elephas primigenius*, *aurochs*, *Megaceros hibernicus*, *antilope* (?), peut-être *petit bœuf*.

Mais ce qui est très important, c'est que M. Lartet a découvert, sur les ossements décrits par Cuvier, des traces non douteuses faites par des instruments en silex.

« Parmi les os provenant de cette localité, dit notre savant ami, il y en a qui « présentent des entailles profondes avec un plan de section légèrement ondulé et « strié, comme s'il eût été produit avec un tranchant flexueux et imparfaitement « aiguisé, analogue à celui de certains silex taillés que l'on a recueillis dans le « *diluvium* d'Abbeville[1]. »

L'homme existait donc sur les bords de la Seine à l'époque la plus reculée de l'existence de ce fleuve.

A Paris, entre les hauts niveaux qui se terminent à l'altitude de 51 mètres (avenue Daumesnil) et les bas niveaux qui commencent à l'altitude de 38 mètres (sablière du Chevaleret), on trouve des lambeaux assez nombreux des lits intermédiaires occupés par la Seine; mais, jusqu'ici, on n'y a recueilli aucun ossement.

Bas niveaux.

78. Si les gîtes à ossements des hauts niveaux étaient inconnus jusqu'à ces dernières années, il n'en est pas de même de ceux des bas niveaux, qui sont beaucoup plus nombreux, et, il faut insister sur ce point, la disposition contournée du lit du grand fleuve à cette époque de l'âge de pierre était on ne peut plus favorable au dépôt des corps flottants.

On a vu (21 et 22) que les contours du fleuve déterminent à Paris trois points d'alluvionnement favorables au dépôt des corps flottants : le premier, sur la rive droite du fleuve, dans l'anse comprise entre la saillie des coteaux de Bercy et

[1] *Bulletin de la Société geologique de France*, 2e série, t. XVII, p. 492.

de Chaillot, surtout, à l'abri de cette saillie, vers la petite rue de Reuilly; le deuxième, à Grenelle, à l'aval de la rive convexe du tournant du Champ de Mars; le troisième, à Levallois-Clichy, à l'aval de la rive convexe du tournant du bois de Boulogne.

Quoique les géologues aient été peu portés à l'étude des terrains de transport avant les découvertes de M. Boucher de Perthes, cependant les ossements sont si nombreux dans les localités que je viens de nommer, que depuis longtemps ils ont attiré l'attention des naturalistes.

Ainsi, dans l'ouvrage de Cuvier (t. IV, p. 456), il est fait mention de la canine du grand *felis* trouvée en creusant un puits rue d'Hauteville et donnée par M. de Bourrienne au Muséum, où elle est encore aujourd'hui. Cuvier a décrit divers autres ossements, notamment une canine d'*hippopotame* découverte à Grenelle. M. le comte de Rambuteau a donné au Muséum un humérus de *rhinocéros* trouvé dans les fouilles de l'Hôtel de Ville.

Voici l'énumération sommaire des ossements découverts dans les localités désignées ci-dessus, avant ces dernières années :

Sablières du Chevaleret. *Elephas primigenius*, molaire, os du tarse.

Sablière de la petite rue de Reuilly, passage Montgallet, altitude 35m,23. Très nombreux ossements :

Elephas primigenius ;
Rhinoceros tichorhinus ;
Rhinoceros Merckii (?) ;
Equus ;
Bos ;
Cervus megaceros (?).

Rue Popincourt, même altitude. Ossements d'*éléphant*.

Place de Grève. Humérus de *rhinocéros*. (M. le comte de Rambuteau.)

Square Montholon. Squelette complet d'*Elephas primigenius*. (MM. Gonse, Belgrand.)

Rue d'Hauteville. Canine de *grand felis*. (Cuvier.)

Rue de Douai. Jambe complète de *cheval*, métacarpien de *renne*. (M. Belgrand.)

Tranchée du grand égout de Sébastopol. Défense d'*éléphant*.

Sablières de la plaine de Grenelle et de l'avenue de Lamothe-Piquet, n° 61 [1], aujourd'hui remblayée. Très nombreux ossements recueillis par M. Gosse, de Genève : *éléphant*, *rhinocéros*, *cheval*, *renne*, *cerf élaphe*, *grand bœuf*, *grand tigre*, etc., et, en outre, nombreux *silex taillés*.

Canine d'*hippopotame*. (Cuvier.)

[1] *Bulletin de la Société d'anthropologie*, séance du 3 mai 1860.

Mâchoire d'*hyène* trouvée près de l'hôpital Necker et donnée à l'École des mines par M. Élie de Beaumont.

Plaine de Levallois-Clichy. Dents d'*Elephas primigenius* et *antiquus; hache taillée*, forme de Saint-Acheul (M. Ed. Lartet); mâchoire inférieure d'*Elephas primigenius* (M. L. Lartet). Beaucoup d'autres géologues, MM. Blainville, P. Gervais, Collomb, etc., ont décrit des ossements trouvés dans les sablières de Grenelle et de Clichy. Je me borne à mentionner ces découvertes, et je me hâte d'arriver à celles qui ont été faites dans ces dernières années par deux géologues explorateurs très dévoués à la science, MM. Martin et Reboux, qui ont enrichi le Muséum d'une faune complète des mammifères des bas niveaux de Paris.

Plaine de Grenelle.

79. M. Martin a fait ses recherches dans les sablières de la plaine de Grenelle. (Voir la planche n° 3.)

Ses découvertes ont été mentionnées dans une note de M. Albert Gaudry[1]. Voici, d'après cette note, les animaux dont M. Martin a trouvé les débris à Grenelle :

Elephas primigenius;
Elephas antiquus;
Rhinoceros tichorhinus;
Hippopotamus major (?);
Equus plicidens (très nombreux);
Equus;
Equus asinus (?);
Bos primigenius;
Bison europæus (?);
Zebu (?);
Cervus canadensis (?);
Cervus elaphus;
Cervus tarandus.

Ces ossements ont tous été recueillis dans la partie inférieure des sablières, dans le gravier de fond. Les plus remarquables sont trois canines, une incisive et une molaire d'*hippopotame*, trois magnifiques molaires d'*Elephas antiquus* et un bois énorme d'un grand cerf que M. Gaudry croit être le *Cervus canadensis*. Depuis, M. Martin m'a donné un très beau métacarpien de *megaceros*, une jambe de *cheval* comprenant le canon, les phalanges et le sabot.

Il a découvert de nombreux *ossements humains* dans l'alluvion du dernier grand lit de la Seine, c'est-à-dire à très peu de hauteur au-dessus des eaux actuelles et bien au-dessous du niveau des grandes crues du fleuve moderne; il a aussi recueilli dans la même sablière, exploitée par M. Hélie, des ossements de *renne* et plusieurs *silex taillés*.

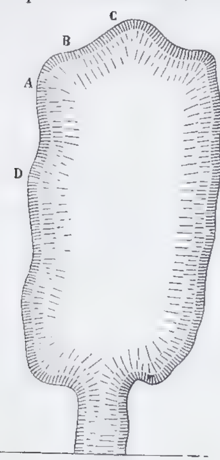
Ainsi que je l'ai dit plus haut (23, 37, 53, 73), cette alluvion s'est faite très rapidement, là comme ailleurs; ces graviers appartiennent à la dernière phase de l'âge de pierre, au changement de climat qui a fait disparaître les grands cours d'eau.

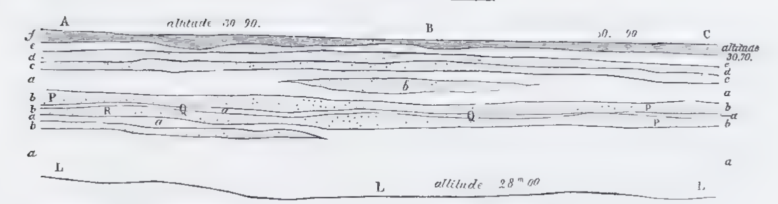
[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXIV, p. 147.

La coupe et le plan ci-dessous font voir la disposition des lieux.

DIAGRAMME N° 35.

Plan et coupe de la sablière Hélie, à Grenelle.





ABC, développement de la coupe; — *a*, petit gravier avec débris de granit du Morvan; — *b*, sable fin très pur; — *c*, sable fin plus impur, jaunâtre; — *d*, sable limoneux (sable gras); — *e*, gravier limoneux; — *f*, limon des débordements; — PQR, zones dans lesquelles les ossements humains ont été trouvés; — L, limite de l'exploitation.

Les ossements ont été trouvés à environ 1^m,40 au-dessous du sol, soit à l'altitude de 29^m,50; mais M. Martin a fait des sondes au point D du plan, et en a découvert jusqu'à l'altitude de 26 mètres. Il est bon de remarquer que l'altitude des basses eaux de la Seine, dans la localité, est de 24^m,67. Les graviers de fond du vieux lit de l'âge de pierre sont certainement au-dessous de cette altitude; les ossements ont donc été trouvés dans l'alluvion qui a rempli l'excès de largeur de ce vieux lit (37, 53).

Le terrain est très sensiblement horizontal jusqu'au bord de la Seine, qui est

à 560 mètres environ de la rue Saint-Charles. Or les crues de la Seine s'élèvent bien au-dessus du niveau de la sablière. La crue de 1658, la plus grande connue, a atteint 33^{m},47 d'altitude, tandis que l'altitude du sol est 30^{m},90.

Depuis 1732, le fleuve a submergé dix fois cette partie de Paris.

	ALTITUDE DU MAXIMUM DE LA CRUE.
26 décembre 1740	32^{m},58
17 mars 1751	32 ,58
8 février 1764	31 ,57
4 mars 1785	31 ,33
6 février 1799	31 ,64
15 décembre 1801	31 ,54
3 janvier 1802	32 ,12
3 mars 1807	31 ,37
13 mars 1817	30 ,97
15 décembre 1836	31 ,07

La sablière Hélie se compose, comme l'indique la coupe, de zones de cailloux alternant avec des zones de sable. Le caillou est de petite dimension et aussi gros dans les zones supérieures que dans les zones inférieures. C'est un des caractères de l'alluvion du dernier des grands lits dans les sablières de Paris. Les débris de granit du Morvan n'y sont pas rares.

L'alluvion ne s'est pas formée lentement, mais rapidement, comme aujourd'hui dans nos cours d'eau violents, lorsqu'on donne à leurs lits une section trop grande; c'est ce que prouve la découverte de M. Martin. Souvent les diverses parties des ossements se tiennent encore. Ainsi, dans un des crânes, la mâchoire inférieure était encore en place. La partie supérieure d'un des squelettes a été trouvée presque entière la tête en bas; les ossements ont donc été enfouis dans un flot de sable lorsqu'ils se tenaient encore par leurs ligaments.

Il est difficile d'ailleurs d'admettre l'idée d'une sépulture. M. Martin a conduit sur les lieux plusieurs géologues, MM. Lartet, de Quatrefages, Desnoyers, le marquis de Vibraye, Collomb, de Mortillet, etc. J'assistais à cette visite : tout le monde a paru convaincu que ces restes humains avaient bien été transportés sur les lieux par les eaux du fleuve.

Un dernier crâne a été trouvé récemment, et M. Martin a fait constater par procès-verbal, dressé par un des employés de la Ville, qu'il avait été extrait d'un terrain vierge, ne présentant aucune trace de tranchée.

Suivant moi, les graviers de la sablière Hélie remontent à l'époque où le dernier des grands lits de l'âge de pierre s'est remblayé, c'est-à-dire au passage de l'âge de la pierre taillée à l'âge de la pierre polie (54).

En effet, la Seine a toujours serré de fort près les coteaux de Chaillot et de Passy (21). La plaine de Grenelle est la rive convexe d'un tournant. Jamais le

fleuve n'a pu remanier les alluvions qui s'y sont déposées, et la carrière Saint-Charles est assez éloignée de la Seine actuelle pour qu'on soit certain que ses graviers ne sont pas d'origine récente. On trouve même aujourd'hui, dans le voisinage du fleuve, des dépôts vaseux qui limitent son action, dans les temps modernes, à une petite distance des rives; ainsi le remblayement de l'ancien lit, d'après les fouilles des fondations du viaduc d'Auteuil, se serait fait avec de la vase sur une largeur de 100 mètres environ sur la rive droite et de 50 mètres sur la rive gauche.

Tout semble donc indiquer que les graviers de la carrière Hélie n'ont point été remaniés, et qu'ils sont entièrement différents de l'alluvion moderne, qui, dans cette localité, est essentiellement limoneuse.

M. Martin a recueilli dans la carrière Hélie :

Sept crânes, quatre frontaux et de nombreux ossements *humains;*

Silex taillés;

Ossements de *renne.*

Il m'a donné différents ossements, et notamment un crâne humain qui, suivant M. le docteur Pruner-Bey, appartenait à une jeune fille adulte. La tête était d'une petitesse extrême, le front très étroit et la partie occipitale très développée. Ce crâne se rapproche beaucoup de la forme de ceux de la race mongole. Une mâchoire provenant d'un autre crâne est assez prognathe.

80. M. Reboux a fait une très belle collection des ossements et autres objets trouvés dans les sablières des bas niveaux de la rive droite de la Seine, entre Neuilly et Clichy. Il a donné la plus grande partie de ces objets au Muséum et à la ville de Paris. Voici, d'après la note précitée de M. Gaudry, la liste des quadrupèdes dont les ossements ont été recueillis par M. Reboux : Levallois-Clichy.

Elephas primigenius;	*Sus scropha;*
Elephas antiquus;	*Bos primigenius;*
Rhinoceros;	*Bison europæus;*
Equus;	*Cervus* (grande taille, genre indéterminé);
Hippopotamus major (?);	*Cervus elaphus.*

Depuis, M. Reboux a fait de nombreuses découvertes nouvelles; il m'a remis le tableau complet des ossements recueillis par lui dans les carrières qu'il a explorées[1].

Ce tableau est très intéressant, et j'ai pu le compléter par les altitudes de la surface supérieure des sables. Je l'insère donc dans cet ouvrage : il comprend non-seulement les ossements, mais encore les *silex taillés* trouvés par M. Reboux.

[1] Ces sablières sont toutes comprises dans l'ancien lit de la Seine, dont j'ai relevé une coupe transversale en construisant l'égout collecteur de la rue de Courcelles (37, diagr. n° 20).

N°s de renvoi à la pl. 3	DÉSIGNATION DES CARRIÈRES. Renseignements consignés sur la pl. 3. Altitudes du plan du gros banc	Altitudes du terrain	Profondeur des carrières	Noms des propriétaires ou exploitants	Emplacements	Éléphant (2 espèces)	Rhinocéros (3 espèces)	Cerf (5 ou 6 espèces)	Renne	Bœuf primigenius	Bœuf aurochs	Equus (3 espèces)	Hippopotame	Silex éclatés	Haches taillées	Marteaux	Bouts de lances	Bouts de flèches	Couteaux	Racloirs	Ciseaux	Coins	Pierres percées	Poignards
					LES TERNES.																			
1		//	C. C.	//	R. Descombes, 13.	//	//	//		//	//	//	//	//	//	//	2	//	//	1	//	//	//	//
2	//	//	C. C.		R. de la Chaumière.	//	//		//	//	//	//	//	//	//	1	//	//	1	//	//	2	//	//
3		//	C. C.	Sacristain.	Passage Périer, 12		//	1 d.	//	2 c.	//	//	//	3	1	//	//	//	1	//	1	//	//	//
					NEUILLY.																			
4	//	//	C. C.	//	Boul^d Eugène, 13.	1 d.			//	//	6	5	//	//	2	//	//	//	3	//	//	2	//	//
5	34,66	35,06	4^m	//	*Idem*........ 3.	//	//	//	//	//	//	//	//	2	//	1	//	//	//	//	//	//	1	//
6	33,73	34,28	5^m	Rigoul...	*Idem*........ 8.	//			//	//	//	//	//	1	//	1	//	2	//	//	//	//	//	//
7	29,53	//	4^m	*Idem*....	*Idem*....... 63.	//	//	//		//	//	6	//	//	//	//	//	//	//	3	1	5		//
8	31,92	32,57	5^m	//	B^d d'Inkermann. 15..	//	//	//	//		//	//	//		//	//	2	//	1	//	//	1		//
9	//	//	C. C.	//	R. Jacques Du Lud. 53.	//	//	1	//	//	//	//	//	4	1	//	//	2	//	//	//	//		1
10	31,28	31,88	4^m	Allau....	R. de Villiers, 53.	//	//	//	//	//	//	//	//	//	2	//	4	//	3	//	2	//	1	//
					LEVALLOIS-PERRET.																			
11			//	//	Rue des Arts, 17.	//	//	//	//	//	//	5	//	//	//	//	//	//	2	//	//	//	//	//
12	//	//	//	//	Rue Félix, 13....	//	//	//	//	//	//	2 d	//	//	//	1	3	//	//	//	//	//	//	//
13		//	//	//	Rue St-Louis, 33.	//	//	//	//		//	//	//	//	//	//	//	//	//	3		//	//	//
14	30,33	30,73	4^m,50	Dehaynin.	Rue Gravel, 42...	3	//	//	//	//	//	5	//	5	//	1	4	//	1	//	2	3	//	//
15	28,6[illegible]	29,[illegible]7	4^m	Lejoguette.	Rue Martinval, 22.	//	//	1 c.	//	131	//	4 d.	2 d.	5	3	1	2	1	//	//	3	//		//
16	33,84	34,29	7^m,40	Dehaynin.	R^te de la Révolte, 194.	2 d.	6	2 d.	1 c.	10	6	8	//	6	1	1	4	//	5	3	2	//	//	1
17	//	//	C. C.	Michel...	*Idem*....... 227.	6	3	6	5	1 t.	15	11	5	9	2	1	3	//	4	7	1	1	2	//
18	32,91	33,91	7^m	Dehaynin.	*Idem*....... 221	4	2	1 d.	3	13	11	5 d.	//	5	3	2	1	//	6	3	5	4	1	//
19	32,88	33,88	7^m	Préault...	*Idem*....... 219	2 d. 12	//	5 d.	//	5	30	9	3	2	//	//	7	//	5	4	6	1	//	
20	//		C. C.	Dreux....	*Idem*....... 202	7	1	5 a.	2 c.	8	13	9	//	5	2	//	6	2	3	2	8	1	//	1
21	33,90	34,20	9^m	Bétourné..	*Idem*....... 200	5	2	3 c.	4	11	2 c.	9	//	13	3	1	7	//	5	3	4	1	//	//
22	33,65	34,40	8^m,40	Tarsieux..	*Idem*....... 198	5 d. 12	3	15	7	23	14	18	1 d.	23	5	2	9	2	29	13	8	7	3	//
23	32,38	34,08	9^m,60	Préault...	*Idem*....... 196	2	//	3	1	3	2	5	2	6	2	//	2	1	5	2	1	//	//	1
24	32,57	33,19	C. C.	Crétu....	*Idem*....... 201	4 d. 7	1	5	6	30	7	18	3	11	1	1	3	//	14	7	//	[illegible]	//	//
25	32,37	32,98	6^m,20	Doucet...	*Idem*....... 199	7	//	3	1	7	3	4	//	2	2	//	7	//	5	2	//	3	1	1
26	//	//	C. C.		*Id.* (P^se d'École), 3.	2		2 d.	//	3	1	2	//	1	//	1	2	3	1	//	1	2	//	//
27	//	//	C. C.	Lacourrière..	*Idem*....... 109	1	1 d.	7	3	8	3	11	4	9	1	//	5	//	6	3	2	4	1	//
28	[illegible]	32,94	7^m,20	Back.....	*Idem*....... 149	//	//	3	2 d.	3	5	6	//	7	//	1	4	//	5	3	1	3	//	//
29	31,06	31,74	7^m,50	Crétu....	*Idem*....... 127	//	//	2		//	//	3	//	5	//	1	3	//	2	4	1	2	1	
30		//	C. C.	Sonntag..	R. des Cailloux, 13.	3	2 d	3	1	7	3	11	//	6	//	//	7	1	3	13	3	5	//	
31	[illegible]	30,24	4^m		B^d S^t-V^nt-de-Paul, 18.	//	//	//	//		//	6	//	5	1	//	9	//	6	7	//	3	//	//
32	30,88	31,38	4^m	Back.....	R^te de la Révolte, 69.	1	//	//	//	3	5	1 d	//	9	1	//	3	//	5	4	//	//	//	//
33	30,36	30,76	5^m	Dieu.....	*Idem*........ 67	//	//	2 d.	//	1	4	5	1	9	//	//	4	//	7	8	1	//	1	//
34	31,26	31,71	3^m	Marmajoux..	*Idem*...... 57bis.	2	//	5	3	2	1	7	//	4	//	1	2	1	5	3	//	8	//	//
35	30,30	[illegible]	4^m,10	Capelle...	*Idem*........ 62	//	//	//	//	//	//	//		3	1	//	5	//	4	1	//	2	//	//
					BATIGNOLLES.																			
36	31,08	31,64	6^m	Minoret..	Avenue de Clichy, 9.	2	1	5		3	7	5		7	2	//	4	//	5	4	1	3	2	//
37	[illegible]	[illegible]	6^m,60	Nourrisson	*Idem*........ 7.	//	//	2	//	3	4	2		3	//	//	2	1	3	1	//	//	//	//
38	//		C. C.	Back. ...	*Idem*........ 6.	//	//	4		2	3	5	//	6	//	//	3	//	2	3	//	5	//	//
39		//	C. C.	Dieu.....	*Idem*........ 8.	7	3	9	3	13	21	27	//	13	3	11			12	9	8	7	//	2
						98	[illegible]	[illegible]	[illegible]	167	139	214	21	[illegible]	39	26	110	15	158	116	62	82	14	7
						798								830										

OBSERVATIONS. — ABRÉVIATIONS : C. C., carrière comblée; c, corne; d, dents; t, tête; les chiffres sans désignation indiquent des ossements divers. — Indépendamment des objets ci-dessus mentionnés, il a été trouvé environ cinquante échantillons de bois silicifié de différentes espèces, actuellement entre les mains de M. Brongniart, et plusieurs espèces de coquillages calcaires et silicifiés provenant des terrains tertiaires et crétacés, tels que belemnites, oursins, peignes et cardium.

A ces pièces, il faut en ajouter 7 appartenant à des animaux qu'on trouve rarement dans les graviers. Le *grand tigre*, le *trogontherium*, le *loup*, le *sanglier*, l'*ours*, la *chèvre* et l'*âne*. Depuis que ce tableau est dressé, M. Reboux a continué ses recherches, et aujourd'hui, d'après les renseignements qu'il me donne, le nombre des objets *en silex travaillé* recueillis par lui monte à *quatre mille*, et le nombre d'*ossements* à *trois mille* environ. Je laisse à M. Reboux la responsabilité de ses divisions, soit pour les ossements, soit pour les silex; il me paraît difficile par exemple, qu'il ait pu séparer, comme il l'a fait, les ossements de l'*urus* et ceux de l'*aurochs*.

Ce tableau fait voir que les ossements sont cantonnés sur certains points, comme je l'ai constaté à Montreuil; M. Martin a remarqué le même fait à Grenelle. Les carrières n°s 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 et 35, n'ont rien produit, pour ainsi dire. Celles qui portent les n°s 29 et 31 sont très peu riches. Les plus productives sont celles qui sont désignées par les n°s 17, 22, 24; elles ont donné 50, 98 et 81 pièces, tandis que celles qui viennent ensuite, les sablières n°s 16 et 18, n'en ont donné que 35 et 39, et les autres beaucoup moins encore. Rien ne prouve mieux, suivant moi, que les cadavres sont arrivés en flottant pour la plupart (58, 73).

J'ai trouvé à Grenelle et à Levallois la même preuve qu'à Montreuil de la permanence du régime du fleuve; les pièces intactes s'y trouvent mêlées avec des ossements plus ou moins roulés, plus ou moins détruits par le frottement des sables.

Nous avons constaté, MM. Reboux, Martin et moi, que les restes des éléphants de très grande taille se trouvaient toujours dans le bas du gravier de fond avec ceux des autres mammifères, et que, dans la partie supérieure de ce gravier de fond, on ne rencontrerait plus que des débris d'animaux de moindre volume, tels que petits éléphants, chevaux, bœufs, rennes, cerfs, etc., qui occupent toute la hauteur de la couche à ossements.

On a conclu de là que les éléphants de l'âge de pierre n'existaient plus dans le bassin de la Seine lorsque les autres animaux s'y trouvaient encore en grand nombre. J'ai démontré (58) que cette conclusion n'était pas admissible, et j'ai donné l'explication bien simple du fait. On peut admettre que les animaux se sont noyés sur la place où nous trouvons leurs os, en venant boire aux abreuvoirs naturels que formaient les plages d'alluvions dans les anses et sur la rive convexe des tournants, ou bien que leurs cadavres ont été apportés en flottant aux points des sablières où nous trouvons aujourd'hui leurs débris; il résulte de là que les plus volumineux ont laissé leurs ossements dans les eaux les plus profondes, c'est-à-dire dans le fond des sablières, et qu'on ne les retrouve plus dans les zones plus élevées des graviers, où le mouillage n'était plus suffisant pour les tenir à flot.

Parmi les ossements les plus remarquables trouvés par M. Reboux, il faut compter cinquante et une dents d'*éléphant*, deux cornes de *grands bœufs* (*Bos pri-*

migenius) et deux de *petits bœufs*, trois dents d'*hippopotame* et plusieurs molaires de *rhinoceros Merckii* ou *etruscus*, trois bois de *rennes*, une dent de *trogontherium*, un beau cubitus de *grand felis*, des fragments de bois du *cervus Belgrandi*, etc.

En résumé, les faunes des hauts et des bas niveaux des graviers de l'ancien fleuve parisien sont presque identiques. Le *renne* et le *rhinoceros tichorhinus* n'ont pas été trouvés dans les hauts niveaux de Montreuil, mais la plupart des autres animaux de l'époque quaternaire ont évidemment habité le bassin de la Seine pendant toute la durée de l'âge de la pierre taillée. On trouve même dans toute cette étendue de temps des animaux qu'on considérait comme appartenant à l'époque pliocène, tels que les *rhinoceros Merckii* et *etruscus*, le *trogontherium*, un *grand cerf* (*Cervus Belgrandi*) qui se rapproche beaucoup plus des espèces considérées comme pliocènes que des espèces de l'âge de la pierre taillée.

Les *silex travaillés* manquent jusqu'ici dans les hauts niveaux.

Tous ces restes de l'âge de la pierre taillée sont habituellement déposés dans le fond des carrières, dans ce que j'ai appelé *les graviers de fond*, qui tapissaient le lit des rivières. Ils sont séparés des restes des époques plus modernes par l'alluvion qui remplissait les lits abandonnés, au fur et à mesure que le fleuve abaissait son niveau ou perdait de son importance. On les trouve surtout dans les anses ou à l'aval de la rive convexe des tournants[1].

Traces de l'industrie humaine.

81. *Silex taillés.* MM. Martin et Reboux ont recueilli un nombre considérable de silex taillés. M. Martin n'a pu me remettre l'état de ces silex, mais les découvertes de M. Reboux sont indiquées au tableau qui précède. La trace du travail humain a paru incontestable, pour un très grand nombre de ces pièces, à MM. de Mortillet, Lartet et beaucoup d'autres.

Les géologues sont loin d'être d'accord sur la manière dont ces silex ont été apportés aux points où on les trouve aujourd'hui. Beaucoup admettent encore qu'ils ont été transportés par l'eau avec les graviers. Cela est plus improbable encore que le transport des ossements. Dans le travail de dispersion des graviers par l'action de l'eau, comment les 4,000 silex trouvés par M. Reboux auraient-ils été jetés sur une si petite surface? Où aurait été située la fabrique qui aurait livré au fleuve une si grande quantité de débris? Il est certain d'ailleurs que ces pièces ne sont pas roulées; il est donc impossible qu'elles aient été apportées par l'eau.

[1] Cet ouvrage était terminé et sous presse lorsqu'un jeune géologue, M. Bertrand, a découvert un squelette humain dans la sablière n° 37, à Batignolles. Le crâne a paru très authentique à M. Lartet. Cette découverte a été faite à 5 mètres environ de profondeur; le dessus de la sablière est à l'altitude de 32m,39, qui est supérieure à celle des plus grandes crues de la Seine. Ces restes humains appartiennent donc bien à l'âge de pierre. La sablière a été visitée successivement par MM. Louis Lartet et Collomb, et ensuite par moi, quelques jours après la découverte.

Les géologues anglais pensent que ces silex ont été perdus par des pêcheurs en brisant la glace pendant l'hiver. Il a pu en effet se perdre quelques outils de cette manière, mais c'est évidemment le plus petit nombre. J'ai donné (59) la seule explication qui me paraisse admissible. On sait qu'en temps de basses eaux le fond des rivières se découvre habituellement du côté où elles alluvionnent; des plages plus ou moins larges de graviers s'offraient alors à nos sauvages ancêtres, qui ne trouvaient nulle part des carrières plus commodes pour y fabriquer leurs ustensiles en silex.

Une observation de M. Reboux confirme cette explication : dans la partie inférieure des sablières de Levallois où se sont accumulés les silex les plus volumineux, il a constaté qu'on trouvait un grand nombre d'éclats portant la saillie bulbeuse produite par la percussion; c'était là, en effet, qu'on devait préparer les pièces en choisissant les blocs à tailler. Mais, comme on y était fort mal à l'aise, les pieds dans l'eau, on se retirait un peu en arrière, sur un sol plus élevé, pour finir la taille et détacher l'outil du nucléus. Les éclats se trouvent donc dans la partie basse des sablières; les ustensiles taillés, à un niveau un peu plus élevé du gravier de fond, rarement dans l'alluvion.

Les outils les mieux confectionnés étaient emportés, les plus grossiers sont restés sur place. Les belles pièces sont relativement rares, mais on trouve de très nombreux silex taillés dont il est impossible de comprendre l'usage et qui sont tout simplement des outils manqués. Au fur et à mesure que le fleuve abaissait son lit, il enfouissait ces ateliers sous l'alluvion (23, 37).

Cela étant admis, on voit pourquoi les *silex taillés* sont si rares dans les grèves calcaires de la Bourgogne et de la Champagne. On a dit qu'il s'en trouvait beaucoup sur les plateaux, mais les grevières ne pouvaient être des ateliers de fabrication, puisqu'elles ne renfermaient pas de matériaux siliceux.

Beaucoup de géologues pensent que les *silex taillés* recueillis à la surface du sol ou à une petite profondeur sont plus récents que ceux qui sont recueillis dans le gravier du fond des cours d'eau; d'après ce qui a été dit du travail d'abaissement des lits (23, 37), cela n'est rigoureusement démontré que si les deux pièces ont été trouvées dans la même ligne verticale.

Cependant, en général, dans le lit des anciens cours d'eau, l'alluvion sépare les outils de l'âge de la pierre polie et ceux de l'âge de la pierre taillée; mais cette séparation n'est point absolue, puisque des silex ont pu être taillés ou perdus au-dessus des berges, hors du lit, tandis que d'autres étaient fabriqués en basses eaux dans le lit même. Les silex polis se trouvent rarement dans l'alluvion; jamais, jusqu'ici, on n'en a recueilli dans le gravier de fond[1].

[1] M. Reboux possède douze haches polies qui, d'après la déclaration des ouvriers, auraient été trouvées à plusieurs mètres au-dessous du sol dans l'alluvion; mais M. Reboux n'a pas vu ces objets en place.

CHAPITRE XXI.

Suite des découvertes faites dans les terrains tertiaires et la craie normande. — Sablières de la vallée de la Seine en amont et en aval de Paris; — des vallées de la Marne, de l'Aisne et de l'Oise. — Coquilles fluviatiles et terrestres des sablières.

Vallée de la Seine en amont et en aval de Paris. Hauts et bas niveaux.

82. J'ai trouvé des restes des graviers des hauts niveaux sur la rive convexe du tournant de Melun, dans la tranchée du chemin de fer à la sortie de la gare, à l'altitude de 52 mètres environ; à Corbeil, sur la rive gauche, à l'extrémité du cap situé au confluent de l'Essonne, à l'altitude de 60 mètres; en face, sur la rive droite, dans le parc du château de Saint-Germain; à l'aval de Paris, Cuvier et Brongniart citent les caps de la forêt de Saint-Germain et de Chanteloup, en face de Poissy.

Enfin, dans la basse Seine, M. l'ingénieur Saintyves m'a fait connaître les graviers du cap de Gaillon, qui sont à l'altitude de $57^{m},67$, et ceux du cap de Tourville, en face d'Elbeuf, à l'altitude de $48^{m},04$. Je ne connais aucune découverte faite à ces hautes latitudes. Mais il suffit de visiter ces localités pour constater que l'on n'a rien trouvé jusqu'à ce jour, parce que les graviers sont peu et mal exploités.

Une seule localité a donné des ossements. A 2 kilomètres de Mantes environ se trouve un épais dépôt limoneux qui s'est formé à l'époque des hauts niveaux, sur un coteau convexe du tournant de la vallée de la Seine, qui est en même temps le fond d'une anse formée par le débouché de la petite rivière de Vaucouleurs. Il suffit de jeter les yeux sur la carte de cette partie de la vallée de la Seine pour constater que l'eau du fleuve de l'âge de pierre devait y être complètement dépourvue de vitesse et n'y pouvait déposer que du limon. C'est à très peu près la disposition déjà décrite des débouchés de la Bièvre et de l'Orge.

M. Cauzard, qui exploite ces limons pour faire de la brique, m'a envoyé de nombreux ossements de *marmottes*, parmi lesquels se trouvaient six têtes. Ces marmottes étaient toutes sur le même plan horizontal; à un mètre environ au-dessus, on a trouvé quelques ossements de *cheval*. J'ai visité moi-même la localité avec MM. Saintyves et Roujou, et nous y avons trouvé un squelette de *marmotte* presque entier.

Le dépôt de limon de Mantes-la-Ville s'est formé autour de la pointe du coteau de la rive gauche de la Vaucouleurs. M. l'ingénieur Saintyves a bien voulu faire relever les altitudes de ce dépôt, dont la partie supérieure est parfaitement hori-

zontale, car la surface de la carrière de M. Cauzard est à l'altitude de 60 mètres; en suivant la crête du dépôt jusqu'à 900 mètres de là, au point où il se termine, on trouve l'altitude de $60^m,20$. C'est, comme on le voit, l'altitude des hauts niveaux entre la Champagne et la mer, et ces cotes suffisent pour démontrer que ce limon a été déposé dans le lit le plus élevé du fleuve de l'âge de pierre.

Les *marmottes* ont été trouvées à l'altitude de $52^m,37$, c'est-à-dire à $7^m,63$ de profondeur dans le limon, dont l'épaisseur totale est de 10 mètres au moins.

Ce lambeau de terrain de transport des hauts niveaux est nettement séparé, comme à Paris, des restes des lits intermédiaires et des bas niveaux de la Seine. Les graviers des lits intermédiaires les plus élevés paraissent être à l'altitude de 43 mètres; les points les plus élevés des bas niveaux à 35 mètres; la berge de la Seine actuelle à $18^m,44$; la Seine a donc abaissé son lit, dans cette localité, de $60^m - 18^m,44 = 41^m,56$.

J'ai fait (21) l'énumération des caps de terrains de transport des nombreux tournants de la vallée de la Seine dans la traversée des terrains tertiaires et de la Normandie. Malheureusement ces graviers, qui doivent être si riches, sont peu ou mal exploités quand on s'éloigne de Paris. Parmi les exceptions, il faut citer les graviers du Pecq, en face de Marly et de Saint-Germain; ce cap de terrain de transport est dans une situation analogue à celle de Levallois et de Grenelle. M. Paul Gervais m'a dit qu'on y avait trouvé des ossements, notamment des molaires d'*éléphant* et des *silex taillés* qui sont déposés au musée de Saint-Germain. C'est une des localités citées dans la note de M. Gosse, qui a trouvé des *silex taillés*[1]. Il est probable qu'on y ferait d'aussi nombreuses découvertes qu'à Levallois, si les sables étaient suffisamment exploités.

Dans le tournant de Poissy, on a trouvé un frontal de *megaceros* et une molaire de *Rhinoceros Merckii.*

Je n'ai pu obtenir aucun renseignement sur les découvertes faites en amont de Paris; je crois qu'elles ont été peu nombreuses, quoique les sables soient très étendus; mais ils sont moins bien disposés. «De Paris à Moret, disent Cuvier et «Brongniart, la Seine, étant beaucoup moins sinueuse, présente aussi beaucoup «moins de ces plaines d'atterrissement[2].» Il me semble cependant que, sur la rive droite, en face de Melun, le cap de gravier signalé (21), qui descend des hauts niveaux jusqu'au fleuve moderne, doit être riche en ossements, et qu'on a dû en mettre au jour un grand nombre dans les chambres d'emprunt du chemin de fer; d'après ce qui a été dit à M. Roujou, on y aurait trouvé un os long qui n'a pas été déterminé.

A l'aval de Poissy, la vallée de la Seine s'élargit considérablement, et les graviers

[1] *Bulletin de la Société d'anthropologie*, séance du 3 mai 1860.

[2] *Description géologique des environs de Paris*, p. 324.

sont si étendus, que les sablières n'en occupent qu'une partie insignifiante. J'ai constaté qu'elles étaient fort incomplètement exploitées; on se borne à enlever la couche supérieure du gravier de l'alluvion : les découvertes doivent donc être rares, et je n'ai pu obtenir aucun renseignement sur celles qui ont pu être faites entre Meulan et Elbeuf.

En 1860, dans la tranchée du chemin de fer, M. Boutillier a découvert des ossements de *cerf* et d'*éléphant* au hameau des Quatre-Mares, un peu en amont de Rouen, entre Saint-Étienne et Sotteville. Ces ossements étaient à 1 mètre environ au-dessus du niveau actuel des basses eaux de la Seine.

Des ossements d'*éléphant* ont été recueillis dans la vallée de l'Eure, à Pacy. (M. Desnoyers.)

Vallée de la Marne. Hauts niveaux. (Voir la planche n° 4.)

83. La vallée de la Marne étant extrêmement sinueuse dans la traversée des terrains tertiaires (21 et 22), on y a fait beaucoup de découvertes; voici celles qui se rattachent aux hauts niveaux :

1° Rive convexe du tournant de Chalifert, à droite de la Marne, canton de Lagny (Seine-et-Marne). Des ossements et notamment des débris d'*éléphant* ont été trouvés dans la tranchée du chemin de fer, à peu près à l'altitude de 56 mètres.

2° Anse de Chelles. On a recueilli des ossements dans deux sablières qui sont situées à très peu près à l'altitude de 60 mètres. La première est voisine du village de Brou et près du chemin de fer; M. Ch. Laurent m'a remis divers ossements qui en proviennent, notamment des lamelles de dents d'*éléphant* et un fragment de corne de *grand bœuf*. La seconde carrière, la plus riche, est au bord de l'anse, entre Chelles et Gagny, près du château de Chenay, appartenant à M. le comte Roger; M. Laurent m'a dit que M. Prosper Bazile avait réuni une très belle collection d'ossements recueillis dans cette sablière.

Après l'anse de Chelles vient celle de Neuilly-sur-Marne; mais je n'ai trouvé dans cette localité que des lambeaux insignifiants de graviers des hauts niveaux.

3° Anse de Joinville-le-Pont. Si l'on veut bien jeter les yeux sur la planche n° 4, on verra que les plus anciens lits, ceux qui correspondent à l'altitude de 60 mètres, passaient en ligne droite par-dessus le cap de Joinville-le-Pont; aussi nous avons exploité des sablières au sommet du cap, derrière la station de Joinville, à l'altitude de 60 mètres, et nous n'y avons trouvé ni ossements, ni coquilles fluviatiles ou terrestres, ni même aucun débris de fossiles du calcaire grossier.

Mais, dès que la rivière a commencé le travail d'abaissement de son lit, la presqu'île de Saint-Maur a surgi au-dessus de l'eau, et l'anse de Joinville-le-Pont s'est dessinée. Au fond même de cette anse, vers l'altitude de 52 mètres, sur le penchant du coteau qui descend vers la Marne, à l'entrée de Joinville, il restait, il y a quelques années, un lambeau de ce premier lit abaissé qui appartenait encore aux hauts niveaux. Cette sablière a été entièrement exploitée, et l'on y a trouvé de

très nombreux ossements, des coquilles fluviatiles et terrestres et une quantité incroyable de débris de cérites et autres fossiles du calcaire grossier.

Ces deux carrières de Joinville, l'une complètement azoïque, l'autre si riche en débris des animaux de l'âge de pierre, sont séparées par le chemin de fer, et nous ne croyons pas qu'il existe en géologie un contraste plus frappant et cependant plus facile à comprendre; la première fait partie d'un lit rectiligne, la seconde était au fond d'une anse.

On a, d'après M. Ed. Lartet, trouvé dans l'anse de Joinville-le-Pont les restes des animaux suivants : *Elephas*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rhinoceros Merckii* (?), *Equus*.

Sablières azoïques. Nous avons indiqué, sur la planche n° 4, diverses sablières exploitées le long du canal de l'Ourcq. Elles sont toutes situées à des altitudes voisines de 60 mètres et appartiennent aux hauts niveaux. Leur position fait voir qu'elles n'étaient ni dans les anses ni à l'aval de la rive convexe d'un tournant; aussi sont-elles complètement azoïques : on n'y trouve ni ossements ni coquilles fluviatiles ou terrestres.

En amont du confluent de l'Ourcq, les hauts et les bas niveaux sont à des altitudes trop voisines pour qu'il soit facile de les distinguer; ainsi, à Saint-Jean-les-Deux-Jumeaux, déjà les sablières descendent sans discontinuité de l'altitude de 60 mètres à la Marne. Vers Chézy-l'Abbaye, les sables sont tous à une très petite hauteur au-dessus du niveau actuel de la Marne, et il en est ainsi jusqu'à la limite des terrains tertiaires et de la craie.

Bas niveaux de la Marne et de l'Ourcq.

84. 1° Anse de la vallée du Surmelin, en amont de Château-Thierry. Vers Mézy, une anse profonde se dessine dans la vallée de la Marne, au confluent du Surmelin. En exploitant une sablière pour les travaux de l'aqueduc de la Dhuis, j'ai recueilli trois molaires, un fragment de défense et des débris d'os longs d'*Elephas primigenius*; un autre fragment de défense est entre les mains de M. l'agent voyer de l'arrondissement de Château-Thierry.

2° Tournant de Château-Thierry. M. l'abbé Lambert m'a dit qu'on avait trouvé de nombreux ossements au pied du coteau convexe de ce tournant, au-dessous du village d'Étampes, dans les tranchées du chemin de fer, à très peu de hauteur au-dessus de la Marne.

3° Anse du confluent du Petit-Morin. Des ossements de *grands bœufs* et de *cerfs*, une tête et des côtes d'un *petit carnassier*, ont été trouvés au moulin de Condets, à très peu près au niveau du Petit-Morin et à 4 mètres au-dessous du sol. Il y avait surtout un grand nombre de cornes de *grands bœufs*. Ces ossements ont été donnés au musée de Meaux.

4° Anse d'Ussy, en aval de la Ferté. Cette anse est formée par le confluent d'un petit ruisseau. M. Rigault, ancien membre de la Société géologique, a trouvé dans la tranchée du chemin de fer de gros ossements qu'il a fait voir à M. Deshayes,

mais qui malheureusement ont été perdus après sa mort. L'anse d'Ussy est à une petite hauteur au-dessus de la Marne. (Renseignements donnés par M. Rolland, juge à la Ferté-sous-Jouarre.)

5° Rive convexe du tournant compris entre Trilport et Meaux. Dans une carrière exploitée entre le canal de l'Ourcq et la Marne, on a découvert d'assez nombreux débris qui m'ont été présentés, et parmi lesquels j'ai reconnu une molaire d'*Elephas primigenius* et divers ossements de *grand bœuf.*

6° Tournant entre Petit-Bry et Nogent-sur-Marne. Dans ce tournant, la Marne serre de très près le coteau de Petit-Bry, qui est taillé en talus rapide sur sa rive gauche. Le talus de la rive droite, du côté de Nogent, est, au contraire, disposé en pente très douce : c'est donc une localité où les corps flottants de l'âge de pierre ont dû se déposer en grand nombre (21-22). J'ai visité les sablières qui sont ouvertes le long de la route de Nogent à Petit-Bry : les ouvriers m'ont dit qu'ils trouvaient fréquemment des ossements, mais qu'ils les jetaient à la décharge. J'ai pu recueillir un fragment de molaire d'*Elephas antiquus,* une belle molaire d'*Elephas primigenius* et quelques autres débris d'ossements d'*éléphant,* de *cheval* et de *grand bœuf.*

Ces indications suffisent pour faire voir combien la vallée de la Marne est riche en ossements. Malheureusement les carrières sont peu surveillées, et l'attention des ouvriers n'a été appelée presque en aucun point sur ces restes de l'âge de pierre.

On sait que la vallée de l'Ourcq est très large à l'aval de la Ferté-Milon : les graviers d'alluvion ont donc pu s'y déposer; et, suivant M. l'abbé Lambert, on y aurait découvert d'assez nombreux ossements.

Vallée de l'Aisne. Bas niveaux.

85. Je n'ai pu recueillir aucune indication sur les graviers des hauts niveaux de la vallée de l'Aisne; voici l'exposé des découvertes faites dans les bas niveaux :

1° Anse de Bourg-et-Comin. Cette anse est formée sur la rive droite de l'Aisne, à 12 kilomètres environ au-dessus de Wailly, par le confluent d'un petit ruisseau. On y a trouvé de nombreux ossements. D'après une note publiée par M. Melleville dans le *Bulletin de la Société géologique de France* [1], ces ossements se sont déposés à 10 mètres environ au-dessus de la rivière de l'Aisne. M. Melleville ne donne pas, dans sa note, les noms des animaux auxquels ils ont appartenu ; il m'a dit qu'il y avait des ossements d'*éléphant.*

2° Tournant de Soissons. En amont et en aval de Soissons, l'Aisne devient sinueuse, tandis qu'elle est presque rectiligne entre ces tournants et son confluent avec l'Oise. La disposition aux abords de Soissons est donc favorable au dépôt des corps flottants.

Le Muséum possède deux molaires d'*Elephas primigenius* trouvées dans les fon-

[1] T. XXII, 2ᵉ série, p. 181.

dations des fortifications de Soissons : on ne dit pas à quelle altitude au-dessus de l'Aisne.

M. Watelet signale plusieurs découvertes faites dans ces tournants : à Vauxrot, molaire et défense d'*éléphant;* à Crouy, molaire d'*éléphant* avec une partie de la mâchoire; une autre molaire a été découverte dans la petite anse de Pernant, etc. Dans la partie rectiligne, au contraire, on ne m'a signalé aucune découverte.

Vallée d'Oise. Bas niveaux.

86. L'Oise, plus sinueuse que l'Aisne, est aussi plus riche en fossiles (21 et 22). « La vallée de l'Oise est beaucoup plus riche en ossements que celle de l'Aisne, » m'écrit M. Melleville.

Découvertes anciennes. En fondant le pont de Noyon, on a trouvé une molaire d'*Elephas primigenius*, qui figure aujourd'hui dans la Galerie de géologie du Jardin des Plantes. On voit dans cette collection une molaire du même genre d'*éléphant* provenant des sablières de Viry, donnée par M. Fouquet.

Découvertes plus récentes. — 1° Viry-Nolreuil. Un des gisements les plus abondants du bassin de la Seine est certainement celui de Viry-Noureuil. Il a été exploré principalement par MM. l'abbé Lambert et Melleville; ce dernier possède une des plus riches collections de la localité.

Les sablières de Viry-Noureuil se trouvent dans la vallée de l'Oise, entre la Fère et Chauny, au fond d'une anse formée sur la rive droite par le débouché d'une petite vallée. Les graviers, de 3 à 4 mètres d'épaisseur, sont recouverts d'une couche de limon de 1 à 2 mètres et descendent en pente douce vers l'Oise, qui coule à 3 kilomètres de là (suivant M. Melleville); sur la rive gauche, au contraire, le coteau est coupé en pente rapide.

La même disposition en pente douce des graviers se continue sur la rive gauche entre la Fère et Chauny, ce qui prouve que les alluvions s'y portaient; aussi les ossements y sont-ils très abondants.

A Sampigny, cette disposition change de rive, et les gîtes à ossements passent aussi sur la rive gauche.

M. Lambert a publié sur le terrain de transport de Viry-Noureuil [1] un mémoire dans lequel il rend compte de ses découvertes. Voici la liste des fossiles qui y sont décrits :

Hyène des cavernes. Un humérus.

Ours, petite espèce. Fragment de mâchoire et trois dents.

Elephas primigenius. Grand nombre de molaires (plus de dix), un bassin, un humérus, un cubitus presque entier, un tibia, fragments d'omoplate, de fémur, de vertèbre.

[1] *Mémoire sur le diluvium de Viry-Noureuil et les fossiles qu'il renferme.* Paris, F. Savy, libraire-éditeur, 24, rue Hautefeuille, 1864.

Elephas antiquus. Une mâchoire inférieure entière avec les deux dents molaires en place, une autre molaire séparée.

Rhinoceros tichorhinus. Fémur, tibia, dix vertèbres, bassin, cubitus, astragale, calcanéum et deux dents molaires. Suivant M. Lartet, il y avait parmi ces molaires une dent de *Rhinoceros Merckii.*

Hippopotamus. Première vertèbre cervicale.

Sus scrofa. Calcanéum.

Equus fossilis. Nombreux ossements.

Bos (de grande taille). M. Lambert donne à ce bœuf le nom de *primigenius.* Fragment de tête, mâchoire inférieure, vertèbres, omoplate, humérus, radius et cubitus, métacarpe, phalanges, bassin, tibia, astragales, calcanéum, métatarse.

Ovibos moschatus. Deux molaires et un métacarpien.

Cervus tarandus. Deux métacarpiens, une corne presque entière, deux autres fragments.

Cervus megaceros. Une tête presque entière, deux autres fragments de bois, cinq molaires.

Cervus primigenius (?). Deux bois énormes.

Fragments de mâchoires inférieures, humérus, radius, métacarpe, astragales et métatarse de *cerfs* de grande taille.

Plusieurs de ces ossements constituent des pièces de la plus grande beauté.

Les ossements de Viry-Noureuil se trouvent à 8 mètres environ au-dessus de l'Oise, suivant M. Melleville; un peu plus bas et à l'altitude de 58 mètres, suivant M. Lambert. On ne trouve dans la localité ni graviers ni ossements à un niveau plus élevé, si ce n'est, à une altitude beaucoup plus grande, quelques lambeaux de graviers confusément imprégnés de limon rouge, probablement diluviens.

M. Lambert a trouvé lui-même, au fond de la sablière de Viry, deux *silex taillés;* quatre autres lui ont été remis par les ouvriers. M. Melleville possède un *silex taillé* et divers autres produits de l'industrie humaine provenant de la même sablière.

L'altitude de cette sablière (58 mètres) est très remarquable; c'est celle des hauts niveaux de la Seine, qui, en se rapprochant des limites de la craie de Champagne, comme je l'ai dit, se confondent avec les bas niveaux; il en est de même à Viry, puisqu'il n'y a pas de gravier fluviatile plus élevé et que celui de la sablière descend en pente douce jusqu'à l'Oise.

L'Oise, comme la Seine et la Marne, lorsqu'elle coulait à son haut niveau, était donc presque sans pente depuis la limite de la Champagne jusqu'à la Seine.

La couche de gravier de la sablière de Viry étant peu épaisse, les ossements se trouvent sur presque toute la hauteur, mais cependant bien plus nombreux vers le fond. L'alluvion (41) est presque entièrement formée de limon.

2° Compiègne. M. Alph. Milne Edwards a recueilli, à une petite hauteur au-dessus du fond de la vallée, divers ossements, notamment un frontal de *très grand cerf* et un bois de *renne* qu'il m'a donnés pour les collections de la Ville de Paris. Il a trouvé, en outre, des ossements de *rhinocéros*, d'*éléphant*, de *grand bœuf* et de *cheval*.

3° Tournant de Précy-sur-Oise. A l'aval de la rive convexe d'un grand tournant de l'Oise, presque en face du confluent de la petite rivière de la Nonnette, se trouvent, sur la rive droite de cette rivière, les sablières de Précy. Suivant M. le docteur Robert, ces sablières sont très riches en ossements, mais elles ont été peu explorées. M. Robert y a recueilli une défense d'*éléphant*, et un autre fossile fort rare, une tête d'*Ovibos moschatus*. Cette pièce appartient aujourd'hui à la Ville de Paris.

La sablière de Précy fait partie des bas niveaux.

Coquilles fluviatiles et terrestres recueillies dans les terrains de transport

87. J'ai dit qu'on trouvait de nombreuses coquilles terrestres et fluviatiles dans les anses, les sables de la rive convexe des tournants, et, en général, dans les parties du lit des rivières de l'âge de pierre qui n'étaient point exposées à une action violente des eaux.

Les coquilles manquent complètement dans les graviers placés en plein courant; elles sont très abondantes dans les sablières des hauts niveaux, et rares dans celles des bas niveaux: sans doute, lorsqu'il coulait au-dessus de ces derniers dépôts, le fleuve, rétréci par le travail d'abaissement de son lit, conservait trop de vitesse même dans les anses et sur la rive convexe des tournants.

M. Cotteau a inséré dans le *Bulletin de la Société des sciences historiques de l'Yonne* (1er semestre de 1866) une note dans laquelle il cite les espèces terrestres suivantes, qu'on trouve habituellement avec les ossements dans les sables des anciens lits de l'Yonne, près d'Auxerre (32, 65):

Helix hispada; *Helix pulchella*; *Helix rupestris*, *etc.*

Espèces encore vivantes.

Voici le nom des espèces recueillies par M. l'abbé Lambert dans le bassin de l'Oise, surtout dans l'anse de Viry-Noureuil (86):

Cyclas cornea, Drap.
Cyclas rivicola, Leach.
Pisidium cinereum, Ald.
Pisidium pusillum, Jenyns.
Pisidium amnicum, Jenyns.
Succinea oblonga, Drap.
Succinea Pfeifferi, Drap.
Succinea longiscata, Mor.
Bithynia tentaculata, Drap. (avec opercules).
Paludina ventricosa, Drap.
Limnea glutinosa, Lamk.
Limnea palustris, Drap.
Limnea auricularia, Lamk.
Limnea ovata, Lamk.
Limnea vulgaris, Pfeiff.
Valvata minuta, Drap.
Planorbis corneus, Lamk.
Planorbis marginatus, Drap.

Planorbis contortus, Müller.
Planorbis carinatus, Müller.
Ancylus fluviatilis, Müller.
Ancylus deperditus, Ziegl.
Ancylus striatus, Quoy et Gray.
Pupa umbilica, Drap.

M. Charles d'Orbigny [1] a publié la liste suivante des coquilles fluviatiles et terrestres qui sont associées aux ossements dans l'anse de Joinville-le-Pont (83) :

Helix nemoralis, Linn.
Helix pulchella, Müller.
Helix hortensis, Müller.
Helix hispida, Linn.
Helix carthusianella, Müller (du midi de la France).
Helix plebeium.
Helix striata, Drap.
Helix ericetorum, Müller.
Zonites (genre réuni aux *Helix* par quelques auteurs).
Valvata piscinalis, Müller.
Valvata depressa. Pfeiff.
Bulimus folliculus.
Bulimus lubricus, Brug. (*Bulimus cylindricus*, Moq.).
Pupa umbilica, Drap.
Vertigo muscorum (*Pupa*), Drap.
Succinea putris, Ferr. (*Helix putris*, Linn.).
Succinea oblonga, Drap. (du midi de la France).
Limnea palustris, Drap.
Limnea auricularia, Lamk.
Limnea ovata, Lamk. (*Limnea limosa*, Moq.).
Planorbis corneus, Lamk.
Planorbis marginatus, Drap.
Planorbis carinatus, Müller.
Planorbis albus, Müller.
Planorbis vortex, Müller.
Ancylus fluviatilis, Müller.
Cyclostoma elegans, Drap.
Paludina achatina, Lamk.
Bithynia tentaculata, Stein. (*Paludina impura*, Brart.).
Opercules de *Bithynia tentaculata*.
Bithynia marginata, Dupuy (du midi de la France).
Paludestrina (du midi de la France).
Cyclas cornea, Lamk. (*Sphærium*, Bourg.).
Cyclas rivicola, Leach. (*Sphærium rivicola*, Bourg.).
Pisidium amnicum, Jenyns.
Pisidium pusillum, Jenyns.
Unio littoralis, Cuvier (*Unio rhomboidum*, Moq.).
Dreissena polymorpha, Van Beneden.

Les espèces suivantes ont été recueillies dans les sablières de l'anse de Montreuil par mon collaborateur M. Roujou; elles ont été déterminées par M. Fischer.

Clausilia Rolphii, Gray.
Helix nemoralis, Linné.
Helix costata, Müller.
Helix (jeunes et fragments indéterminables).
Ancylus fluviatilis, Müller (variété).
Limnea auricularia, Linné.
Cyclostoma elegans, Müller.
Pisidium casernatum, Poli.
Pisidium amnicum, Müller.
Sphærium corneum, Linné.
Unio (espèce indéterminée).
Bithynia tentaculata, Linné.

En tout onze espèces déterminées.
Cette liste est certainement incomplète.

[1] Ch. d'Orbigny, *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XVII, p. 68 et 69, sur le diluvium à coquilles lacustres de Joinville.

CHAPITRE XXII.

Dépôt de Saint-Prest. — Vallée de l'Eure. — La vallée de l'Eure a été creusée en même temps que celle de la Seine. — Faune de Saint-Prest, près Chartres, considérée comme étant antérieure à celle de l'âge de pierre. — Cantonnement des animaux de l'âge de pierre. — Preuves, par la paléontologie, de l'abondance des pluies dans l'âge de pierre, de la grandeur des cours d'eau, du peu de rigueur des hivers, de la basse température d'été.

88. Le bassin de l'Eure, par son étendue, se classe après celui de l'Oise; je n'en ai point parlé jusqu'ici, parce que les géologues sont loin d'être d'accord sur son origine, et ces doutes sont la conséquence des découvertes paléontologiques qui y ont été faites. Vallée de l'Eure. Saint-Prest

Si l'on examine ce bassin dans son ensemble, on voit qu'il a été creusé en même temps que celui de la Seine et de la même manière. La petite rivière de la Voise et le tronçon de la vallée de l'Eure compris entre Maintenon et le confluent de l'Avre sont orientés suivant la direction Sud-Est Nord-Ouest; les lambeaux de sables miocènes qu'on voit à droite sont dirigés suivant la même orientation, et sont exactement parallèles aux mamelons de la forêt de Fontainebleau. La même observation s'applique à la vallée d'un autre affluent de l'Eure, la Vègre, et à la partie de la vallée principale comprise entre le confluent de cette rivière et Louviers. C'est même dans cette localité que se trouve un des plus longs sillons orientés de cette manière (planche n° 1); il commence sur la rive gauche de l'Orge près d'Arpajon, passe dans la vallée de l'Yvette près de Cernay-la-Ville, se prolonge sur le plateau de Rambouillet par l'étang de Trappes, descend dans la vallée de l'Eure parallèlement à la vallée de la Vègre, et se prolonge jusqu'à Louviers.

Le bassin de l'Eure a donc été creusé par la masse d'eau roulant du Sud-Est au Nord-Ouest, qui a raviné le bassin de la Seine; et bien certainement le courant qui longeait la rive gauche de la Seine, en rongeant les bords de la Beauce entre Fontainebleau et Arpajon, s'étendait jusqu'à la vallée de l'Eure, puisqu'un des sillons qu'il a tracés entre la vallée de la Seine et celle de l'Eure est encore visible.

Mais une découverte faite dans une sablière, près de Chartres, sur le bord même de l'Eure, à Saint-Prest, a jeté du doute sur cette question.

M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées de Boisvillette appela, en 1848, l'attention des géologues sur les ossements qu'on trouvait dans les sables de Saint-

Prest. M. Laugel, ingénieur des mines, en fit connaître les principales espèces, dont voici la liste [1] :

Elephas meridionalis;
Rhinoceros leptorhinus, Owen;
Hippopotamus major;
Megaceros Carnutorum;
Cervus (trois espèces non déterminées);
Equus (une espèce différente du *plicidens*);
Bos (une espèce);
Conodontes Boisvilletti.

On sait aujourd'hui que le *Rhinoceros leptorhinus* d'Owen est le *R. Merckii.*

Il faut compléter la liste de M. Laugel en y ajoutant le *Rhinoceros etruscus;* dans les ossements de Saint-Prest que possède l'École des mines, Falconer a reconnu une molaire de *Rhinoceros etruscus.* Cette molaire a été comparée par M. Lartet à celle du même rhinocéros trouvée par moi à Montreuil; ces deux dents sont exactement semblables. Le conodonte de Saint-Prest n'est autre chose, suivant M. Lartet, que le *trogontherium.*

La plus belle des collections des fossiles de Saint-Prest est certainement celle de M. le duc de Luynes.

Ce qui distingue la faune de Saint-Prest des autres faunes du bassin de la Seine, c'est la grandeur des éléphants et des cerfs dont on trouve les restes : les dimensions des ossements d'*éléphant* prouvent que ces animaux avaient très habituellement cinq à six mètres de hauteur.

Le *Rhinoceros Merckii*, l'*hippopotame*, le *trogontherium* ou *conodonte*, se trouvent dans les graviers de la Seine (74, 78, 80), de la Marne (83), de l'Oise (86). Un des grands cerfs de la collection de M. le duc de Luynes paraît être le *Cervus Belgrandi* (74, 80), mais les autres grands cerfs et l'éléphant de Saint-Prest appartiennent à des espèces qui, jusqu'ici, n'ont point été rencontrées dans le bassin de la Seine. L'*Elephas meridionalis* se trouve dans les terrains pliocènes du val d'Arno, dans le forest-bed, terrain que les géologues anglais considèrent comme pliocène. On n'a donc pas hésité à classer les sables de Saint-Prest dans les terrains tertiaires supérieurs. Un géologue français, M. Paul Gervais, a seul protesté contre cette opinion; il considère la faune de Saint-Prest comme appartenant à l'époque quaternaire.

La sablière de Saint-Prest se trouve sur la rive gauche de l'Eure, à l'aval du grand tournant que décrit la rivière au-dessus de Chartres; elle est naturellement sur la rive convexe, et fait partie, d'après les renseignements qui me sont donnés par M. de Vésian, ingénieur de l'arrondissement, d'une longue traînée de sable et de gravier qui, sur une longueur de 15 kilomètres, borde la rivière; c'est le cap de terrain de transport de ce grand tournant. La sablière de Saint-Prest est la seule exploitée. Il est possible qu'il y ait dans ce tournant de grandes richesses paléontologiques.

[1] Laugel, *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XIX, p. 709. La faune de Saint-Prest.

L'altitude du dessus des sables exploités est 136 mètres; ils appartiennent aux hauts niveaux, car ils s'élèvent, suivant M. Desnoyers, à 25 ou 30 mètres au-dessus du terrain de transport moderne de l'Eure. M. Desnoyers a remarqué sur les ossements de Saint-Prest des stries qu'il considère comme ayant été faites par l'homme. M. l'abbé Bourgeois y a recueilli des silex qui, suivant lui, porteraient des traces très grossières du travail humain. Ces silex ont été présentés, en 1867, au Congrès d'anthropologie, et les savants les plus compétents ont reconnu qu'ils avaient été taillés par l'homme.

Cantonnement des animaux de l'âge de pierre.

89. Je n'ai nullement la prétention de résoudre le difficile problème de la faune de Saint-Prest, mais il est un point sur lequel je crois devoir appeler l'attention des géologues. Si l'on compare la faune des sables de Saint-Prest à celle des sablières de la Seine à Paris, on est frappé de l'abondance et de la grandeur des cervidés dans la première; les bovidés, au contraire, y sont peu nombreux. Dans les graviers de Paris, les bovidés dominent, surtout dans les hauts niveaux; les cervidés y sont moins nombreux et surtout moins grands qu'à Saint-Prest.

Or, si l'on tient compte de la nature du sol des deux bassins, ces cantonnements s'expliquent facilement. Le bassin de l'Eure, entièrement perméable, impropre à la végétation des prairies et des pâturages, complètement privé de sources, et d'eau par conséquent, si ce n'est au fond des vallées principales, ne convient point aux bovidés, qui ne peuvent se passer d'eau et de prairie. Si aujourd'hui nos bœufs revenaient à l'état sauvage, ceux de la Beauce abandonneraient le pays et se retireraient dans le Perche ou dans la vallée d'Auge.

A la vérité, il pleuvait beaucoup dans l'âge de pierre; mais les eaux pluviales disparaissaient de la surface de la Beauce, soit en ruisselant, soit absorbées par le sous-sol, qui devenait immédiatement aride, comme aujourd'hui, dès que la pluie cessait, et ne pouvait convenir à la végétation des prairies. Les sources de l'Eure et de ses affluents, la Voise, la Vègre, la Blaise, l'Avre et l'Iton, toutes situées au fond des vallées, étaient certainement mieux alimentées que de nos jours; mais les plateaux intermédiaires ne retenaient pas l'eau nécessaire aux bovidés. Les bœufs devaient donc être rares en Beauce, même dans les temps si pluvieux de l'âge de pierre.

Les plateaux qui bordent la Seine leur convenaient bien mieux. Les argiles de Brie, encore si humides de nos jours, devaient produire d'abondants pâturages; les sources innombrables des marnes vertes coulaient dans les moindres dépressions du sol : les bœufs de l'âge de pierre devaient donc être très nombreux sur ces plateaux.

Les cervidés, au contraire, ne cherchent ni les lieux humides, ni les gras pâturages; dans les terrains imperméables, ils meurent souvent de la cachexie aqueuse, à la suite des années très humides. Si les bois de la Brie n'étaient pas coupés de fossés

et assainis de longue main, si les propriétaires ne faisaient pas de grands sacrifices pour y conserver le gibier de luxe, tous les chevreuils et les cerfs de cette contrée se réfugieraient dans les forêts arides des sables miocènes, et, mieux encore, dans les bois non moins secs des calcaires de la Bourgogne.

Il semble donc très naturel que les cerfs aient été plus nombreux dans la Beauce quand elle était boisée, et les bœufs dans la Brie.

Si l'on compare les autres faunes du bassin de la Seine, on y trouve des traces de ces cantonnements naturels. Ainsi, dans les grottes d'Arcy, les ossements de chevaux sont beaucoup plus nombreux que ceux de bœufs, et il devait en être ainsi, puisque les calcaires oolithiques qui bordent la Cure entre les grottes d'Arcy et Vézelay sont arides et perméables, et par conséquent sans eau et sans prairie; le Morvan, dans lequel se prolonge la vallée de la Cure, est beaucoup trop accidenté pour des bœufs. Les argiles liasiques de l'Auxois et du bassin de Corbigny, qui entourent le Morvan, sont, au contraire, très riches en pâturages, et devaient avoir un grand attrait pour les animaux de race bovine. Les bœufs, dans l'âge de pierre, devaient donc s'y cantonner et abandonner les maigres pâtures de granit et les plateaux arides de l'oolithe des bords de la Cure. Et c'est sans doute pour cela que, dans les grottes d'Arcy, les ossements de bœufs sont plus rares que les ossements de chevaux.

On constaterait surtout des faits analogues. Ainsi, à Paris, l'aurochs est très abondant dans les sablières des hauts niveaux. Je n'y ai pas encore découvert l'urus, qui se trouve fréquemment dans les bas niveaux, où l'aurochs est assez rare. Peut-être cela tient-il à ce que l'aurochs vivait de préférence aux bords des grands marais qui entouraient les premiers lits de la Seine et qui ont disparu lorsqu'elle a abaissé et régularisé son lit (planche n° 4). Dans le Soissonnais, pays aride, les restes de bœufs sont moins communs que ceux de chevaux.

Il y a nécessairement, dans ces cantonnements, des faits dont l'appréciation nous échappe, mais qui doivent s'expliquer par des considérations du même genre. L'*Elephas meridionalis*, par exemple, qui vivait habituellement dans des régions plus chaudes que ne l'était alors le nord de la France, n'a-t-il pas cherché un correctif à l'humidité excessive du climat en se cantonnant sur les plateaux relativement secs de la Beauce? Beaucoup plus grand que le mammouth, dont nous trouvons les restes dans le bassin de la Seine, il a pu le repousser dans les contrées plus humides du voisinage. Les terrains humides convenaient d'ailleurs à ce dernier éléphant, on ne peut en douter. Le mammouth a donc pu être le contemporain de l'*Elephas meridionalis*, et vivre dans son voisinage sans qu'on trouve leurs os mélangés.

J'attache une grande importance à ces considérations. Je suis convaincu qu'en faisant une sérieuse étude de la faune des terrains de l'âge de pierre on trouverait partout des preuves du cantonnement des grands mammifères.

Le phénomène diluvien que j'ai cherché à décrire dans la première partie et qui a donné au bassin de la Seine son relief actuel est postmiocène. Il n'y aurait donc rien d'extraordinaire à ce qu'on trouvât les restes de la faune pliocène dans les graviers des cours d'eau de ce bassin; mais il faut tenir compte de cette communauté d'origine, et il paraît plus rationnel d'attribuer les différences qui existent entre les faunes de Saint-Prest et des autres graviers des hauts niveaux à des cantonnements analogues à ceux qu'on remarque dans les grottes d'Arcy, à Paris, dans la vallée de la Marne, dans le Soissonnais, où presque toujours les espèces appropriées à la nature du sol sont dominantes.

Preuves par la paléontologie de l'abondance des pluie pendant l'âge de pierre.

90. Je trouve dans deux mémoires, l'un de M. Desnoyers, l'autre de M. Beaudoin, et dans des renseignements qui m'ont été donnés directement par MM. Cornuel, Royer et Liégeard, de nouvelles preuves de l'abondance des pluies pendant l'âge de pierre.

Mémoire de M. Desnoyers. « Ayant rencontré, dit M. Desnoyers, dans l'un des « puits naturels si nombreux et si remarquables du gypse exploité à la base de « la colline de Montmorency, au milieu d'un limon argilo-sableux . . . une quantité « considérable d'ossements de mammifères terrestres parfaitement conservés, je « parvins à y distinguer près de vingt espèces, presque toutes nouvelles pour la « paléontologie du bassin de la Seine . . .

« Les eaux qui entraînaient ces débris avec les ossements étaient des eaux douces « provenant de la surface du sol, soit continûment, soit d'une manière intermit- « tente; c'est ce que prouvent les nombreuses coquilles fluviatiles, terrestres et « lacustres bien conservées et les ossements de petits batraciens qu'on trouve fré- « quemment dans ces dépôts [1]. »

M. Liégeard a fait une découverte du même genre, non pas dans des puits, mais dans le lit d'un petit ruisseau qui descendait du plateau étroit compris entre le Raincy et Livry, en se dirigeant vers la plaine Saint-Denis. Aujourd'hui il n'existe plus de cours d'eau dans la localité, quoique le sol de ce plateau très peu étendu soit imperméable. Mais autrefois il en descendait un véritable torrent qui roulait des graviers et affouillait profondément le gypse. M. Liégeard a découvert dans ces graviers des ossements d'*éléphant*, de *cheval* et de *grands bœufs*.

Note de M. Beaudoin. J'ai parlé ci-dessus du dépôt diluvien de limon rouge qui se trouve sur les plateaux kellowiens de la Bourgogne, et notamment dans le voisinage de Châtillon-sur-Seine. Ce dépôt limoneux est fort remarquable, parce qu'il renferme à sa base une couche de minerai de fer oolithique remanié, connu dans le pays sous le nom de *mine rouge*, par opposition au nom de *mine grise* qu'on donne au même minerai lorsqu'il est en place.

[1] Voir ci-dessus les noms des mammifères trouvés par M. Desnoyers, et la brochure extraite des *Annales des sciences géologiques* publiées par M. Rivière, 1842.

M. Beaudoin a trouvé des *silex taillés* dans cette couche de mine rouge. « J'avais « toujours cru, dit-il, que ces instruments dataient d'une époque postérieure au « dépôt diluvien, à la surface duquel je les rencontrais ordinairement, lorsque des « exploitations de minerai de fer ouvertes dans ce terrain me mirent à même de « voir parfaitement en place, dans le sein du dépôt lui-même, des fragments de « silex analogues à ceux que j'avais trouvés jusqu'alors à la surface. »

Ces silex taillés n'ont certainement pas été transportés par l'eau qui a déposé le limon; ils ont été apportés par l'homme dans le voisinage du lieu où M. Beaudoin les a découverts. Il faut donc que la couche de limon qui les recouvre, ainsi que la mine rouge, ait été remaniée par l'eau depuis l'époque où ces silex ont été perdus à la surface du sol par leurs anciens propriétaires.

MM. Cornuel et Royer m'ont donné des renseignements sur les singulières excavations qui existent dans les plateaux portlandiens de la Haute-Marne. Je cite de préférence le passage de la lettre de M. Royer, qui est plus explicite.

« Sur les coteaux élevés du bourg de Poissons, près de Joinville, dont le point « culminant s'élève à 200 mètres au-dessus de la rivière du Rongeant, ces cavités « ont pris, comme étendue et comme profondeur, une importance extraordinaire; « certains de ces coteaux sont littéralement criblés de puits ramifiés dans toutes « les directions, communiquant parfois les uns avec les autres souterrainement, « et atteignant des profondeurs inconnues, dépassant quelquefois 30 à 40 mètres. « La manière d'être et le poli des parois rocheuses de la cavité font penser qu'un « acide, répandu dans les eaux qui les ont corrodées, a pu contribuer au creuse- « ment de ces cavités; mais leur étendue et leur multiplicité attestent une cause « plus puissante, et quelle cause plus puissante peut-on invoquer, si ce n'est « une eau abondante et agissant pendant de longues périodes de temps, tombant « dans les fissures de la roche portlandienne, les élargissant, les façonnant et leur « donnant les formes capricieuses que l'on trouve partout dans les roches soumises « à leur action? . . . .

« Or, parmi les débris qui ont rempli ces cavités... on trouve des ossements « de grands mammifères de l'époque quaternaire (*éléphant*). »

Cette excellente description ne me laisse rien à ajouter; les cavités des coteaux de Poissons ont été creusées par l'eau, et les ossements d'éléphant qui y ont été découverts prouvent que les détritus dont elles sont remplies remontent à l'âge de pierre. A la vérité M. Royer cherche à démontrer que ces cavités ont été creusées et remplies avant l'ouverture des vallées. Mais cela n'est pas admissible; car des eaux abondantes ne peuvent creuser un gouffre sur leur trajet qu'autant qu'elles sont attirées en contre-bas par le vide d'une vallée[1]. Les vallées existaient donc avant le temps du creusement des puits de Poissons.

[1] Il se creuse quelquefois des gouffres sur le passage de certains ruisseaux qui disparaissent dans le fond d'une vallée perméable; mais alors il existe une assez grande épaisseur de terrain non

Ces faits importants, signalés par MM. Desnoyers, Liégeard, Beaudoin, Cornuel et Royer, ne peuvent s'expliquer que par l'abondance extraordinaire des pluies dans ces temps reculés. Il n'existe plus aucun cours d'eau à la surface des plateaux dans ces localités, et les eaux pluviales n'y ruissellent qu'à la suite d'orages extraordinaires, ce qui tient à la grande perméabilité des sables de Fontainebleau, du gypse, du kellowien et du portlandien.

Est-il possible que la pluie ait pu, à une certaine époque, être habituellement assez abondante pour produire des ruissellements considérables à la surface de collines aussi peu étendues que celles de Montmorency, d'Herblay, du Raincy et de Poissons? Cela ne peut être l'objet d'aucun doute; lorsque la surface du sol est complètement imperméable, comme l'est, par exemple, le pavé d'une ville, nos averses modernes suffisent, avec des versants très peu étendus, pour produire de véritables submersions aux points bas où affluent les eaux pluviales. Ainsi, avant la construction des grands égouts de Paris, les quartiers bas étaient submergés à chaque averse. J'ai vu l'eau à 1 mètre au-dessus du trottoir dans les rues de la Victoire, du Faubourg-Montmartre, Oudinot, etc. Elle entrait dans les omnibus sur la pente de la rue du Faubourg-Poissonnière, et ces submersions partielles étaient produites par une très petite surface de terrain. La rue du Rocher, par exemple, qui descend du boulevard de Batignolles à la rue de la Pépinière et qui n'a pas 1 kilomètre de longueur, était noyée comme les autres malgré sa forte pente.

Dans la grande averse du 23 septembre 1866, qui a produit une crue si désastreuse, j'ai vu les coteaux liasiques de la butte de Montfaute, près de Guillon (Yonne), littéralement couverts d'eau qui ruisselait avec une violence vraiment extraordinaire, quoique la pente de ces coteaux n'ait pas 1 kilomètre de longueur.

Aujourd'hui, à Montmorency, à Poissons, à Châtillon-sur-Seine, on n'a pas le sentiment de ces ruissellements, parce que le sol est tellement perméable que les eaux pluviales sont absorbées sur place. Au Raincy, elles disparaissent dès qu'elles atteignent les terrains gypsifères.

Admettons un instant un régime de pluie tel que l'eau ruisselle à la surface des terrains les plus perméables, comme elle ruisselle aujourd'hui à la surface des terrains imperméables, et, mieux encore, comme sur le pavé d'une rue: alors nous verrons le limon à minerai de fer qui recouvre le kellowien du Châtillonnais remanié jusqu'à la roche. Les ruisseaux des buttes de Montmorency, d'Herblay et du Raincy recommenceront à couler, et de nouvelles excavations se formeront par l'agrandissement des fissures du portlandien de Poissons.

Les choses se passèrent ainsi dans l'âge de pierre, et les ossements d'animaux trouvés dans les cavités de Montmorency, d'Herblay, du Raincy, de Poissons, les

saturé d'eau, entre le ruisseau et la nappe souterraine dans laquelle il s'engouffre; il n'en est plus ainsi lorsque l'abondance de l'eau est telle que le sol en est entièrement imbibé.

silex taillés recueillis à la partie inférieure du limon à minerai de fer du Chatillonnais, prouvent que les pluies étaient alors assez abondantes pour ruisseler fortement à la surface des terrains les plus perméables.

Les limons des plateaux étaient donc remaniés par les eaux pluviales, et il n'y a rien d'étonnant qu'ils aient été en partie entraînés par elles jusqu'aux thalwegs des vallées et se soient déposés, en temps de débordement, sur les plaines qui bordaient les cours d'eau (40).

De quelque côté qu'on envisage la question, on arrive donc logiquement aux mêmes conclusions, et la paléontologie est parfaitement d'accord avec la stratigraphie.



91. Les ossements de l'hippopotame, sans être très communs, ont cependant été trouvés sur un assez grand nombre de points dans la traversée des terrains tertiaires. M. l'abbé Lambert en a recueilli à Viry-Noureuil, dans la vallée de l'Oise, entre la Fère et Chauny. La Ville de Paris possède trois fragments d'énormes canines, deux belles molaires et une vertèbre de l'*Hippopotamus major*, provenant des sablières des hauts niveaux de Montreuil et du Kremlin. MM. Martin et Reboux ont trouvé, à Grenelle et à Levallois, dans les graviers des bas niveaux de Paris, de magnifiques canines d'hippopotame qui sont aujourd'hui au Muséum.

L'hippopotame de la plus grande taille remontait donc dans l'Oise jusqu'à Viry, bien au-dessus du confluent de l'Aisne, c'est-à-dire dans une rivière dont le débit ne représente pas aujourd'hui la dixième partie de celui de la Seine à Paris; et tout porte à croire que, dans les temps anciens, il n'y avait rien de changé dans cette proportion. Cela prouve, d'une manière évidente, la grandeur des cours d'eau de l'âge de pierre et la permanence de leur régime.

Beaucoup de géologues effrayés par cette grandeur des cours d'eau et la petitesse relative des bassins, admettent encore que les ossements ont été déposés dans les graviers par les eaux diluviennes. Cette hypothèse, si difficile à justifier, n'est plus nécessaire dès que la présence de l'hippopotame démontre l'existence des grands cours d'eau. Si ce gigantesque pachyderme trouvait à Viry une eau assez profonde pour lui, qu'était le fleuve, dix fois plus grand, qui coulait alors à Paris?

Il était nécessaire que ces cours d'eau fussent abondamment alimentés, même en été. Le climat était donc plus égal qu'aujourd'hui; les chaleurs de l'été n'étaient ni assez fortes ni assez persistantes pour empêcher les eaux pluviales de profiter aux sources; aujourd'hui l'eau des pluies de la saison chaude, même dans les terrains les plus perméables, reste dans la couche superficielle du sol, d'où elle est enlevée par l'évaporation. Les hivers étaient moins froids; l'hippopotame n'aurait pu vivre dans la Seine lorsqu'elle gèle par des froids persistants de 7 à 8 degrés et plus.

Dans l'âge de pierre, non seulement les grandes sources des terrains perméables de la Bourgogne et de la Champagne (oolithe et craie blanche) étaient beaucoup

plus fortes qu'aujourd'hui, mais encore les sources éphémères qui produisent les crues d'hiver des rivières de ces deux contrées, sources qui tarissent toujours l'été, coulaient probablement alors pendant toute l'année, et assez abondamment pour donner à la Seine, à la Marne et à l'Oise, la profondeur nécessaire à l'existence de l'hippopotame.

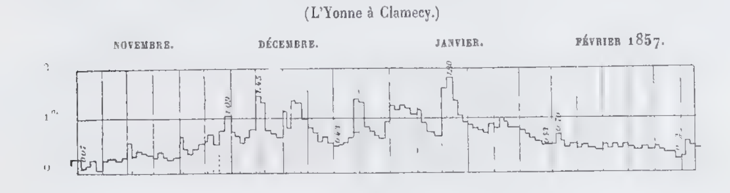
Ces grands cours d'eau avaient donc un régime très différent de celui de la Cure, de l'Yonne et des autres rivières du Morvan, ce qui tient à la perméabilité de leurs bassins.

Leurs crues étaient incomparablement plus longues et plus persistantes, moins violentes et moins rapides. Il en est encore de même aujourd'hui, comme le prouve le diagramme ci-dessous.

DIAGRAMME N° 36.

Crues de l'Yonne et de l'Oise.

(L'Yonne à Clamecy.)



(L'Oise à Compiègne.)

Il est probable que les crues si longues, encore de nos jours, de l'Oise et de la Seine, duraient alors toute l'année, et que l'hippopotame pouvait vivre au fond de ces rivières en même temps que l'*Ursus spelæus* hantait la grotte des Fées à Arcy, à quelques mètres à peine au-dessus du niveau actuel de la Cure.

C'est ce que fait très bien voir le diagramme qui précède; la Cure, rivière violente, dépourvue de sources, ayant le même régime que l'Yonne, abandonnait les grottes d'Arcy peu de jours après la fin de la pluie, et l'ours rentrait dans son repaire; l'Oise, rivière tranquille, alimentée surtout par des sources, avait toute l'année le mouillage nécessaire à l'hippopotame.

La présence du *renne* et de la *marmotte* prouve que l'âge de pierre correspond à l'ère glaciaire.

92. Le renne ne craint pas les hivers très froids des régions polaires; mais, dans certaines contrées qu'il habite encore aujourd'hui, il fuit la chaleur, et, en été, se retire dans les contrées montueuses plus froides.

Une observation bien simple prouve que, dans l'âge de pierre, il habitait toute l'année les plaines de la France. On sait que le renne perd ses bois tous les ans comme nos cerfs et nos chevreuils; M. Lartet, dans les cavernes, a trouvé des bois de renne à tous les degrés d'avancement correspondant aux divers mois de l'année; par conséquent, le renne ne quittait pas nos plaines pendant l'été. On peut conclure de là que la température d'été de la France, pendant l'âge de pierre, ne s'écartait pas beaucoup de celle des pays les plus chauds que le renne habite encore toute l'année.

On peut considérer qu'une de ces régions se trouve entre le cap Nord et Christiania. Voici, pour une année, les températures moyennes des mois et saisons de ces deux contrées. Je dois ce renseignement à l'obligeance de M. Renou.

CAP NORD.

DÉCEMBRE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.
—3°,5	—5°,5	—4°,9	—4°,0	—1°,1	1°,1	4°,5	8°,1	6°,5	3°,1	0°	—3°.5
Hiver : —4°,6			Printemps : —1°,3			Été : 6°,4			Automne : —0°,1		
				Moyenne des six mois chauds : 3°,9							

CHRISTIANIA.

DÉCEMBRE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOÛT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.
—3°.6	—5°,1	—5°,3	—1°,4	3°,7	10°,2	14°,7	16°,6	15°,5	11°,3	5°,4	—0°.5
Hiver : —4°,7			Printemps : 4°,2			Été : 15°,6			Automne : 5°,4		
				Moyenne des six mois chauds : 12°,3							

La température moyenne des six mois chauds de la région intermédiaire hantée par le renne pendant toute l'année doit être $\frac{3°,9+12°,3}{2} = 8°,1$.

La température moyenne des six mois chauds des plaines de la France ne devait donc pas s'écarter beaucoup de 8 degrés. La marmotte pouvait certainement vivre avec cette température.

On peut tirer de là une autre conclusion bien importante. On sait que la température de l'air diminue de 1 degré par 180 mètres d'augmentation d'altitude. Suivant M. Renou, ce chiffre doit même être abaissé à 160 mètres. Si la température moyenne d'été de nos plaines, pour l'altitude moyenne de 150 mètres environ, était de 8 degrés, il est évident que la température moyenne d'été *zéro* correspondait à l'altitude de $150^m + 8 \times 160 = 1430^m$. Le niveau des neiges éternelles correspondant à la température moyenne d'été *zéro*, pendant tout le temps que le renne et la marmotte ont habité les plaines de la France, descendait, dans notre pays, à une altitude peu éloignée de 1400 mètres.

Par conséquent, comme les glaciers descendent bien au-dessous du niveau des neiges éternelles, pendant tout ce temps une grande partie de la Suisse était couverte de glace. C'était l'ère glaciaire. Et, comme nous trouvons les os de la marmotte dans les hauts niveaux et ceux du renne dans les bas niveaux de nos graviers, nous avons le droit de dire que l'*ère des grands cours d'eau de l'âge de pierre correspond à l'ère glaciaire.*

Cela nous fait voir aussi pourquoi on ne trouve pas de traces de moraines dans le bassin de la Seine; l'altitude des points les plus élevés étant de 902 mètres, il n'y a jamais eu de neiges éternelles, ni par conséquent de glaciers dans cette contrée.

Les ossements d'animaux marins trouvés dans le bassin de la Seine y ont été apportés par l'homme.

93. Quelques ossements de grands animaux marins ont été découverts dans les lits abaissés du bassin de la Seine. Cuvier a parlé d'un fragment de tête de *baleine* trouvé dans la rue Dauphine, vers le n° 36; un architecte dévoué à la science, M. Leguay, a fait des recherches dans les caves de la même maison et y a découvert une vertèbre du même cétacé. J'ai dit que le musée de Troyes possédait une côte de *baleine,* recueillie dans la vallée de l'Armance. Enfin la Ville de Paris a acheté, chez M. Forgeais, deux côtes d'un grand animal marin, qui, m'a-t-on dit, ont été extraites du lit de la Seine par des dragueurs.

Ces ossements sont, suivant moi, postérieurs à l'âge de pierre. La baleine de la rue Dauphine a été découverte dans le limon qui a été déposé par le fleuve moderne, et qui est certainement moins ancien que les dépôts tourbeux de Meulan et d'Elbeuf, dont j'ai donné la coupe (54). On a découvert sur la rive droite, dans les fondations de la galerie et du pavillon des Tuileries qui ont été réédifiés récemment, le même limon recouvert d'un banc de gravier sur lequel le vieux palais avait été fondé. M. l'architecte Lefuel a donné à la Ville de Paris divers objets, des bois de cerf travaillés, des dards de javelot en fer, recueillis dans ces limons, qui sont, par conséquent, plus anciens. J'ai encore trouvé le même limon avec des ossements modernes en construisant l'égout collecteur du quai d'Orsay.

Les ossements vendus à la Ville de Paris par M. Forgeais étaient dans le lit moderne de la Seine. Je ne sais dans quelle situation se trouvait la côte de baleine de la vallée de l'Armance, mais j'ai la conviction que ces rares objets ont été transportés par l'homme dans la position où ils ont été trouvés, et j'ajouterai que cette conviction ne serait pas ébranlée quand même on les trouverait dans les graviers de fond avec les silex taillés, qui y ont certainement été apportés par l'homme.

Flore des terrains de l'âge de pierre.

94. La flore de l'âge de pierre du bassin de la Seine n'est pas connue. M. Leymerie (*Statistique géologique de l'Aube*) a signalé quelques plantes de cette

époque dans le travertin de Resson, département de l'Aube (*charas*, *roseaux*, *scolopendre* et *feuilles d'arbres dicotylédones*) (67).

Dans les dépôts des hauts niveaux à Paris, on a trouvé des tiges et graines de *charas*, notamment dans l'anse de Joinville-le-Pont et dans les limons de la Bièvre, où l'on a découvert tant d'ossements d'animaux de l'âge de pierre.

Peut-être pourrait-on étudier utilement cette flore dans les travertins formés par les sources incrustantes des terrains jurassiques de la Côte-d'Or. Ces sources devaient être bien plus abondantes dans l'âge de pierre qu'aujourd'hui; les montagnes du tuf qu'elles ont produites remontent donc en partie à cette époque ancienne, comme les nombreuses feuilles dont elles ont conservé l'empreinte.

CHAPITRE XXIII.

Résumé et Conclusions.

95. Le relief actuel du bassin de la Seine, son orographie, la disposition des vallées et des plateaux, sont dus à des phénomènes d'érosion.

Autrefois une grande partie de ce bassin était recouverte par les terrains tertiaires miocènes, par les sables de Fontainebleau, peut-être par les calcaires de Beauce; ces terrains ont été presque entièrement détruits. Il ne reste, pour ainsi dire, aucune trace des vallées qui existaient dans ces temps anciens (1, 2).

Les vallées ont donc été creusées ou du moins profondément modifiées et les plateaux ont été rasés depuis le dépôt des terrains miocènes inférieurs. Ce phénomène de destruction est dû à un grand déplacement d'eau, à une action violente et de courte durée. Une action lente et prolongée des eaux courantes aurait laissé à la surface des plateaux dénudés et des grandes érosions de l'Auxois, du Châtillonnais, de la Champagne, de l'Île de France, du Valois, les débris des parties solides des roches détruites; nous savons, au contraire, qu'il ne reste rien sur ces plateaux, et que tout a été emporté et entraîné dans les vallées principales.

L'action violente est encore démontrée par le parallélisme des lambeaux de sables miocènes demeurés en place sur les plateaux, et notamment dans la forêt de Fontainebleau. L'orientation sud-est nord-ouest de ces lambeaux et des sillons qui les séparent dans la partie supérieure et inférieure du bassin, orientation qui devient presque exactement est-ouest dans la partie moyenne, indique la direction du courant destructeur[1] (3, 4, 5).

Quoique les lambeaux de terrains miocènes restés en place sur les plateaux tertiaires indiquent encore cette orientation sud-est nord-ouest des courants, néanmoins les vallées ont pu se creuser dans toutes les directions, parce que tout obstacle déterminait des tourbillonnements, des affouillements, et par conséquent des ravinements, dans des directions quelconques, à la surface des plateaux. Je

[1] Cette direction n'est pas nécessairement celle que suivaient les eaux avant d'envahir le bassin de la Seine. Que la masse d'eau qui s'est épanchée par-dessus la chaîne de la Côte-d'Or vînt du nord, du midi ou de l'est, il est évident qu'elle devait se diriger suivant l'orientation sud-est nord-ouest dès qu'elle avait franchi cette arête, puisque c'est la direction générale de la pente du bassin de la Seine.

démontre notamment comment se sont creusées la petite vallée de l'École et les autres vallées de la forêt de Fontainebleau, et l'examen de la carte générale du bassin de la Seine prouve que toutes les autres vallées de la Brie se sont creusées de la même manière.

Cela fait comprendre comment les débris des roches solides se trouvent au fond des grandes vallées, et non sur les plateaux et à la surface des grandes plaines d'érosion de l'Auxois, du Châtillonnais et de la Champagne. Ces débris ont été jetés d'abord dans les vallées secondaires qui se creusaient, puis de celles-ci dans les vallées principales, par les violents courants qui se sont établis dans toutes ces petites vallées vers la fin du cataclysme (6 et 7).

L'action des eaux diluviennes explique tout naturellement l'énorme largeur des vallées dans les terrains mous de l'oxford clay, de la craie inférieure et de la craie de Champagne (8).

Le creusement rapide des vallées dans les terrains durs est démontré par la disposition des coteaux, tous coupés en pente raide, et parfaitement dépouillés de tout débris lorsqu'ils étaient exposés par leur orientation à l'action directe et violente des eaux, par exemple dans les parties resserrées et rectilignes, sur le côté concave des tournants; taillés en pente douce et couverts de détritus et d'éboulis dans les parties abritées, notamment dans les anses, sur le côté convexe des tournants, surtout à l'aval du sommet de la courbe, où l'eau ne pouvait agir qu'en tournoyant (9, 10).

Ces actions violentes ne peuvent être confondues avec les actions lentes des torrents qui prolongent encore, sur certains points, les petites vallées de la Brie (11).

Les petites vallées des terrains jurassiques et crétacés, les grandes excavations de l'Auxois, du Châtillonnais et de la Champagne, ont été creusées par l'action violente des eaux, comme les vallées de l'École et de la forêt de Fontainebleau (12, 13).

Au fur et à mesure que les vallées se creusaient, le courant abandonnait, sur les hautes terrasses qui les bordent, des dépôts composés de débris peu roulés des roches détruites; sur la fin du phénomène, des dépôts du même genre ont formé un long cordon au fond des vallées principales, tandis que les petites vallées étaient presque complètement vidées, dans les terrains jurassiques et tertiaires surtout.

Le courant diluvien, au fur et à mesure qu'il creusait les grandes vallées, perdait de sa violence sur les plateaux. Il est arrivé un moment où sa vitesse est tombée au-dessous de $0^{m},20$ par seconde, et alors les limons qu'il tenait en suspension ont commencé à se déposer. Les parties les plus grossières, les sables fins, entraînant un peu d'argile et d'oxyde de fer, sont tombés brusquement; les parties argileuses se sont ensuite abaissées lentement et en nuage, formant ainsi une seconde couche de limon plus fin. C'est ainsi qu'on sépare dans les laboratoires les

parties grossières des argiles sableuses. Telle est l'origine des deux couches superposées de limon qui couvrent une grande partie des plateaux du bassin de la Seine, l'inférieure plus grise et plus grossière, la supérieure plus fine et de couleur ocreuse.

Ces limons sont composés, pour les $\frac{80}{100}$ au moins, des détritus des roches voisines; ils sont colorés par une petite quantité d'oxyde de fer dont les eaux diluviennes se sont chargées, soit avant d'envahir le bassin de la Seine, soit en détruisant les nombreux terrains ferrugineux qu'elles ont rencontrés sur leur route.

Les plateaux ondulés du bassin, où la vitesse de l'eau diluvienne n'a jamais dû s'abaisser au-dessous de $0^m,20$, notamment les plaines de la Champagne, ne sont pas couverts de limon; l'eau diluvienne les a envahis comme les autres, mais sans y former aucun dépôt appréciable aujourd'hui.

Le limon diluvien s'est déposé sur les hautes terrasses comme sur les plateaux horizontaux, et a imprégné complètement les dépôts de débris de roches solides : telle est l'origine de ces singuliers mélanges de cailloux et de boue ocreuse qu'on trouve non seulement sur les hautes terrasses des vallées de la Seine, de la Marne et de l'Oise, mais encore sur les plateaux du Vexin normand et du pays de Caux; peut-être conviendrait-il de donner le nom d'*alluvion ancienne* à ce terrain de transport diluvien (14, 15 et 16).

La deuxième partie de ce travail s'applique spécialement à l'étude des grands cours d'eau de l'époque quaternaire.

Le relief du bassin de la Seine était alors à très peu près ce qu'il est aujourd'hui (18, 19). Les rivières permanentes commencèrent à couler immédiatement après la fin du cataclysme diluvien; c'est dans les graviers remaniés par elles, comme dans les cavernes, qu'on trouve les débris de silex taillés et non polis, premiers ouvrages de l'homme, ce qui justifie le nom de *cours d'eau de l'âge de pierre* que je leur ai donné; c'est aussi dans ces terrains de transport qu'on trouve les ossements des animaux de race éteinte (20).

J'indique différentes lois très importantes pour l'étude des cours d'eau. Je fais voir notamment que c'est dans les tournants et les anses ou échancrures des vallées que se portent les alluvions; cette loi est générale et s'applique aussi bien aux rivières modernes qu'aux anciens cours d'eau. C'est là aussi qu'on recueille les débris des corps flottants, les ossements des grands animaux de race éteinte ou émigrée (21-22).

Lorsque les cours d'eau abaissent leurs lits, ils n'entraînent pas jusqu'à la mer les graviers qu'ils déplacent; ils les jettent sur les bords, remblayant ainsi leurs lits devenus trop larges. C'est encore une loi générale. Comme toutes les sablières exploitées s'élèvent au-dessus des cours d'eau modernes, elles appartiennent à des *lits remblayés;* les graviers qu'on y exploite se composent donc de deux parties principales : le gravier de fond, qui tapissait le fond du fleuve

dans les temps de régime permanent, et l'alluvion jetée sur les bords pendant le travail d'abaissement des lits. Les eaux des crues en temps de débordement ont couvert les parties de lit abandonnées; le limon rouge des plateaux, entraîné par les eaux fluviales jusqu'au fond des vallées, s'est étendu, avec les eaux débordées, sur les graviers qui ne faisaient plus partie du lit, et a formé cette alluvion de couleur ocreuse qui s'étale à la surface des sablières; les terrains de transport du fond des vallées ont donc été entièrement remaniés par les cours d'eau de l'âge de pierre, et je propose de leur donner les noms suivants, à partir du fond des sablières :

1° *Gravier de fond;*

2° *Alluvion;*

3° *Limon des débordements.*

Dans les anses et sur la rive convexe des tournants, le *gravier de fond* devient la *couche à ossements*. Je propose de substituer ces noms à ceux de *diluvium gris*, *diluvium rouge*, qui ne sont propres qu'à embrouiller la science (23).

J'indique ensuite dans quelles conditions voyagent les terrains de transport. Je fais voir que les graviers se déplacent par rides, comme les sables des dunes, et que les blocs n'ont été entraînés qu'aux époques où les eaux étaient assez violentes pour affouiller les vallées (24).

Les cours d'eau de l'âge de pierre ont d'abord coulé dans des lits beaucoup plus élevés que ceux où nous les voyons aujourd'hui, et j'ai adopté le nom de *lits des hauts niveaux*, proposé par M. Prestwich, pour les désigner.

J'ai cherché à tracer sur la planche n° 4 les lits des hauts niveaux de la Seine et de la Marne dans la traversée des terrains tertiaires, et j'ai reconnu qu'ils étaient presque sans pente depuis la limite de la Champagne et de la Brie jusqu'à la mer. Le fait se vérifie également dans la vallée de l'Oise. Dans cette étendue, les sablières des plus hauts niveaux sont toutes au-dessous de l'altitude de 63 mètres. Ce tracé m'a conduit à des résultats fort importants : il m'a permis de constater notamment la forme des anses et des tournants où les corps flottants pouvaient se déposer, où l'on doit trouver et où l'on trouve en effet les restes des grands mammifères de cette époque ancienne. J'ai reconnu ainsi que le dépôt ossifère de Sevran, décrit par Cuvier et Brongniart, se trouve dans un défilé dont le point le plus élevé est à peu près à l'altitude de 62 mètres, et par lequel la Marne communiquait avec la Seine (25, 26).

Je passe ensuite à l'étude spéciale de ces sablières des hauts niveaux. Les matériaux qu'elles renferment se distinguent immédiatement de ceux des hautes terrasses dont l'origine est diluvienne. Ceux-ci se composent toujours d'un mélange grossier de cailloux et de limon. Les graviers fluviatiles des hauts niveaux contiennent des zones de vrai sable de rivière parfaitement pur, ne tachant pas les doigts.

Les sablières des hauts niveaux de Paris se trouvent principalement, sur la

rive droite, à l'avenue Daumesnil et dans l'anse de Montreuil, et, sur la rive gauche, au plateau d'Ivry, au cap de la route d'Italie et de la Butte-aux-Cailles.

On ne recueille dans les sablières que des détritus de roches provenant du bassin de la Seine; on y trouve, en moindre quantité que dans les bas niveaux, des débris de granit du Morvan; les graviers sont peu roulés. Lorsqu'ils ont été déposés en plein courant vers le milieu du lit, ils renferment très peu d'ossements et moins encore de coquilles fluviatiles et terrestres. Le sable est très pur et ne fait point effervescence avec les acides; il a été imprégné après coup, très irrégulièrement, de limon rouge, qui y forme de grandes dentelures. Tels sont les dépôts de l'avenue Daumesnil; sur le plateau d'Ivry et de la Butte-aux-Cailles, le gravier est presque entièrement imprégné de limon rouge (27, 28, 29).

Dans les anses, au contraire, où le courant pénétrait en tournoyant et sans grande vitesse, on trouve beaucoup d'ossements, de coquilles fluviatiles et terrestres. Les sables sont plus impurs, font effervescence avec les acides, sont moins perméables, et le limon rouge y a pénétré plus difficilement.

A cette époque des hauts niveaux, la Seine n'avait pas moins de 6 kilomètres de largeur à Paris (30).

La Seine, à Paris, a abaissé son lit de l'altitude de 60 mètres et même de 63 mètres, où elle coulait autrefois, à l'altitude de 26m,25, où nous la voyons aujourd'hui. Dans tout le reste du bassin, nous voyons également que le fleuve et ses affluents ont aussi abaissé leur lit. Cet abaissement est dû, dans la traversée des terrains tertiaires et de la craie normande, au relèvement du continent; dans les terrains granitiques, jurassiques et crétacés, à la forte pente du fond des vallées (31, 32).

L'abaissement du lit dans les terrains tertiaires et la craie de Normandie, à l'époque des hauts niveaux, a été très lent d'abord. Le relèvement du continent déterminait une chute sur le bord de la mer; puis, lorsque cette chute devenait sensible, elle produisait des rapides qui se propageaient de l'aval vers l'amont. Au fur et à mesure que le lit s'abaissait, les sables déplacés par ces rapides étaient jetés le long des rives abandonnées, surtout dans les anses et sur la convexité des tournants; ce sont ces déjections qui constituent ce que j'ai appelé *l'alluvion*. Il n'y a aucun phénomène diluvien dans cet alluvionnement, qui se produit tous les jours sous nos yeux dans nos cours d'eau modernes. Toutefois il y a une séparation brusque entre les hauts et les bas niveaux des terrains tertiaires. Cette séparation est due sans doute à un relèvement subit du continent, qui a déterminé dans le cours du fleuve, non plus des rapides, mais des cascades. C'est à ces cascades qu'on doit ces longs caps qui s'entre-croisent dans la vallée de la basse Seine et donnent à son lit ce caractère sinueux si remarquable.

Après cette séparation, le travail d'abaissement a continué à se faire lentement par des rapides, comme dans les premiers temps (33, 34, 35).

Les terrains de transport des bas niveaux forment un cordon continu au fond des vallées principales, tandis que les restes des hauts niveaux ne se voient plus qu'en lambeaux peu étendus dans les anses et sur la rive convexe des tournants. Je donne une coupe complète de l'ancien lit des bas niveaux de la Seine, relevée à Levallois, à l'aval de la convexité du tournant du bois de Boulogne; ce lit a été entièrement comblé par l'alluvion, composée de gravier et de sable, et recouverte par le limon des débordements. Cette figure est certes la démonstration la plus nette et la plus simple de la théorie de l'alluvionnement donnée ci-dessus. On trouve les mêmes dispositions dans tous les tournants de la vallée de la Seine. Je donne des coupes de détail prises dans l'ancien lit que cette coupe représente; elles offrent toutes les mêmes dispositions : gravier de fond riche en ossements et silex taillés; au-dessus, alluvion pauvre en ossements et en silex taillés, et enfin, par-dessus le tout, limon des débordements (36, 37, 38).

Je décris ensuite le limon qu'on trouve au fond des vallées et qu'il ne faut pas confondre avec la boue diluvienne des plateaux. Il y en a deux espèces au fond des vallées principales : 1° le limon qui s'est déposé dans le lit même des cours d'eau, et dont les dépôts alternent avec les zones de sable et de gravier dans les anses et sur la rive convexe des tournants où le courant perdait de sa force; 2° le limon des eaux de débordement, qui s'est déposé à la surface des graviers lorsqu'ils ne faisaient plus partie du lit. Le premier est généralement gris, peu homogène, et se compose le plus souvent des détritus des roches de la rive opposée. L'autre est de couleur ocreuse, toujours à la surface du sol, et n'est jamais zoné, ce qui prouve qu'il s'est déposé en couches très minces et a pénétré par infiltration dans la masse des graviers et des sables. Il n'est pas possible d'admettre que ces limons se relient à ceux des plateaux et qu'ils soient dus à une action diluvienne. Il s'est encore déposé du limon sur tous les points où l'eau était sans vitesse, par exemple au débouché des vallées secondaires, dont les eaux étaient refoulées au loin par celles du cours d'eau principal (39, 40, 41, 42).

J'ai cherché à déterminer le débit des plus grandes crues de la Seine à Paris à l'époque des hauts niveaux. Je fais deux hypothèses d'après lesquelles ce débit devait être compris entre 27000 et 60000 mètres cubes par seconde (43).

Je justifie l'existence de ces grands cours d'eau en faisant voir qu'avec de très petits changements dans le climat de la France ces crues énormes se produiraient encore (44). Je démontre que probablement le fleuve couvrait en grande partie les graviers de son lit même en temps de basses eaux (45).

Le dernier lit des grands cours d'eau de l'âge de pierre était à très peu près au niveau du lit des rivières actuelles. Il s'est rétréci au fur et à mesure que le volume des eaux diminuait, exactement comme se rétrécissent nos rivières modernes lorsqu'on leur donne une largeur trop grande ou qu'on détourne une partie de leurs eaux.

Le remblayement de ce lit s'est opéré tantôt avec du gravier, du sable et du limon, tantôt avec de la tourbe (46). Cette époque de transition me conduit donc naturellement à l'étude de l'époque des tourbes, dont je donne l'histoire dans la troisième partie.

A l'origine de l'âge des tourbes disparaissent les grands cours d'eau et les grands animaux de l'âge de pierre. La tourbe correspond aux âges de la pierre polie, du bronze, du fer, et aux temps historiques.

Les marais tourbeux se divisent en deux classes : les marais émergés, qui se développent aussi bien sur les pentes et au sommet des plateaux qu'au fond des vallées, et les marais immergés, qui n'existent qu'au fond des vallées.

Il n'y a que deux points du bassin de la Seine où il ait pu se former des marais émergés : la petite étendue de terrains paléozoïques qui se trouve vers les sources de l'Oise, et le Morvan. Les petites sources, innombrables pour ainsi dire, répandues sur toute la surface du granit du Morvan, alimentent des marais tourbeux peu étendus aussi bien sur les plateaux que sur les pentes. Ces marais peuvent être fort anciens, plus anciens peut-être que l'âge de pierre (47, 48).

Les marais immergés du fond des vallées se sont formés le long des cours d'eau dont les bassins sont presque entièrement *perméables*, de telle sorte que la plus grande partie des eaux pluviales passe par les sources avant d'arriver aux thalwegs. Les cours d'eau ainsi alimentés n'ont point de crues violentes, sont presque toujours limpides; en un mot, ils sont *tranquilles*, condition indispensable pour que la tourbe se produise. Lorsque le bassin d'un cours d'eau est *imperméable*, les eaux pluviales ruissellent rapidement vers les thalwegs, produisent des crues violentes et limoneuses, des crues *torrentielles*, qui entraînent tous les détritus légers dont l'accumulation aurait pu produire la tourbe.

Les terrains imperméables du bassin de la Seine qui sont exempts de marais immergés au fond des vallées sont : le granit, le lias, la craie inférieure et les argiles de Brie. Les terrains perméables favorables à la production de la tourbe au fond des vallées sont : l'oxford clay, la craie blanche, le calcaire grossier, les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce (49, 50, 51).

Pendant l'âge de pierre, la tourbe n'a pu se déposer au fond des vallées, parce que les crues étaient violentes et limoneuses même dans les plus petites dépressions des terrains perméables (52).

Je donne une coupe du fond de la vallée crayeuse de la Vanne à Chigy, qui prouve que, dans l'âge de pierre, cette petite rivière, qui coule aujourd'hui dans un lit de 10 à 12 mètres de largeur, en occupait un de plus de 1200 mètres, qu'elle roulait du limon et du gravier, puis que ce lit est devenu tout à coup trop large, et qu'il a commencé à se remplir de tourbe lorsque la rivière avait encore plus d'un kilomètre de largeur dans cette localité (53).

J'indique dans quelles conditions les derniers grands lits de l'âge de pierre

se sont remplis. Dans les terrains restés *imperméables*, où les eaux pluviales ruissellent encore à la surface du sol, les derniers grands lits se sont remplis avec du *gravier* ou du *limon;* dans les terrains *perméables*, le remplissage s'est fait en général avec de la *tourbe*.

Il n'y a jamais eu de tourbières dans la vallée de la Marne, même dans la traversée de la craie blanche, parce qu'en raison de l'imperméabilité d'une partie du bassin les crues sont violentes et limoneuses.

La Seine est tourbeuse en amont de l'Yonne, parce que son bassin est presque entièrement perméable. A partir du confluent de l'Yonne, rivière violente qui reçoit les eaux des terrains imperméables du Morvan et de l'Auxois, il n'y a plus de tourbe dans la vallée de la Seine, jusqu'en aval de l'Oise à Meulan; mais on retrouve une mince couche de tourbe en aval de Meulan, dans la traversée de la craie de Normandie (54).

Les graviers et les limons des anciens cours d'eau des terrains perméables sont une nouvelle preuve de la violence des pluies dans l'âge de pierre, puisqu'il fallait, pour alimenter ces cours d'eau violents, que les eaux pluviales ruisselassent à la surface de ces terrains si arides aujourd'hui (55).

La disposition des marais tourbeux fait voir pourquoi, dans les terrains perméables et dans les terrains franchement argileux, on ne trouve presque aucun dépôt charbonneux, et pourquoi ces dépôts ne se trouvent que dans les terrains imperméables arénacés (56).

La quatrième partie comprend l'histoire paléontologique du bassin de la Seine pendant l'âge de pierre.

Les limons des plateaux et les graviers des hautes terrasses ne renferment ni ossements ni coquilles fluviatiles ou terrestres, parce qu'ils sont diluviens; ce qui ne prouve nullement que le bassin de la Seine fût désert avant l'invasion des eaux. Ces limons n'ont pu se déposer qu'à la fin du déluge, lorsque les cadavres des animaux et les autres corps légers étaient entraînés bien loin par les courants (57).

Les animaux de l'âge de pierre se sont noyés sur place, ou bien leurs cadavres sont arrivés en flottant dans les sablières où nous les rencontrons aujourd'hui; les plus volumineux exigeant, pour flotter ou se noyer, un mouillage plus grand, les ossements des plus gros animaux ne se retrouvent que dans les eaux profondes, dans les plus basses couches des graviers de fond. Les silex qu'on recueille dans les graviers ont été taillés sur place; on trouve dans les sablières de Paris les nucléus et les déchets de la fabrication (58, 59).

L'homme et les animaux de l'âge de pierre ont vécu en grand nombre sur les pentes de la chaîne de la Côte-d'Or (60). Cependant les traces du travail de l'homme et les ossements des grands animaux sont fort rares dans les graviers des cours d'eau de cette contrée; ce qui tient au rapide abaissement du niveau des lits. Dans la traversée des terrains jurassiques, les rivières coulaient à leur

niveau actuel dès l'époque de l'*Ursus spelæus*, c'est-à-dire avant le développement de la faune des herbivores. C'est ce qui est démontré par la présence de cet ours dans les grottes d'Arcy, à 3 mètres au-dessus des basses eaux actuelles de la Cure. Il est résulté de là que les graviers abandonnés par les cours d'eau dans les hauts et les moyens niveaux ne renferment, pour ainsi dire, aucun ossement. Ce rapide abaissement des lits doit être attribué à leur forte pente et au peu de largeur des vallées dans la traversée des calcaires jurassiques. Dès que les vallées s'élargissent dans les terrains plus mous du portlandien et de la craie inférieure, et qu'ainsi les cours d'eau ont perdu leur violence en s'étalant au fond d'un large lit, la faune de l'âge de pierre se montre, même dans les graviers des hauts niveaux (61, 62, 63, 64, 65).

Cet effet de l'élargissement des lits se fait sentir jusque dans les vallées secondaires des terrains crétacés, dans les graviers desquelles les découvertes d'ossements ont été plus nombreuses peut-être que dans les vallées principales (66, 67, 68, 69).

L'homme et les animaux de l'âge de pierre étaient fort nombreux sur les plateaux tertiaires, et cependant les ossements et autres débris sont rares dans les petites vallées, parce qu'elles sont trop étroites et ne renferment pour ainsi dire pas de graviers. Les graviers des vallées principales étaient, au contraire, très bien disposés pour recevoir ces débris, puisqu'ils sont à très faible pente et que les thalwegs sont sinueux. C'est là surtout que les lois énoncées plus haut se justifient (70, 71).

L'étude complète de la faune parisienne fait ressortir les faits suivants. Les ossements se sont conservés surtout dans les anses et à l'aval de la rive convexe des tournants, c'est-à-dire sur les points où se portent habituellement les alluvions. On ne les trouve ordinairement que dans les graviers de fond; l'alluvion en est presque toujours dépourvue; par conséquent, les graviers de fond ont formé longtemps le lit d'un cours d'eau permanent qui a été remblayé rapidement par l'alluvion.

La faune parisienne est presque identique dans les hauts et les bas niveaux: on y a recueilli beaucoup de débris d'animaux considérés jusqu'ici comme appartenant à l'époque pliocène, tels que les *Rhinoceros Merckii* et *etruscus*, le *trogontherium*, etc.

Les principaux gisements explorés jusqu'ici à Paris sont : pour les hauts niveaux, les graviers de Montreuil et les limons de la Bièvre vers Gentilly; pour les bas niveaux, les anses de Paris, de Grenelle et les sables du tournant du bois de Boulogne à Levallois et Clichy. Des découvertes très nombreuses ont été faites dans ces diverses localités, notamment par M. Martin à Grenelle, par M. Reboux à Levallois, et par moi à Montreuil.

On n'a jusqu'ici trouvé aucun silex taillé dans les hauts niveaux, ce qui tient peut-être à la disposition des lieux : les sablières de Montreuil étaient sur la rive

d'une île. On en a recueilli un grand nombre dans les bas niveaux de Grenelle et de Levallois-Clichy.

M. Martin a découvert de nombreux ossements humains dans l'alluvion du dernier des grands lits à Grenelle (72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81).

Les mêmes faits se constatent dans le reste de la vallée de la Seine et dans celles de la Marne et de l'Aisne. Les découvertes y sont nombreuses quand ces vallées sont sinueuses, et rares quand elles sont rectilignes (82, 83, 84, 85).

La vallée de l'Oise est une des plus riches en ossements; la faune est presque la même que celle de la vallée de la Seine, et les ossements s'y sont déposés dans les mêmes conditions. La plus riche sablière est celle de l'anse de Viry-Noureuil (86).

Les coquilles fluviatiles et terrestres se recueillent en grand nombre dans les sablières des anses des hauts niveaux; on ne les trouve point en plein courant, et elles sont rares dans les bas niveaux (87).

Je termine l'étude paléontologique par celle de la faune de Saint-Prest, que beaucoup de géologues considèrent comme pliocène (88). Je fais voir que les animaux de l'âge de pierre devaient se cantonner comme ils le feraient encore aujourd'hui si la domesticité cessait; que les bœufs, par exemple, devaient chercher les prairies des terrains imperméables, et les cerfs les bois des terrains perméables. De là peut-être les différences entre les faunes de diverses localités (89).

J'établis par la paléontologie une nouvelle preuve de l'abondance des pluies de l'âge de pierre (90).

La grandeur des cours d'eau de l'âge de pierre est prouvée par la présence de l'hippopotame. Ce monstrueux pachyderme n'aurait pu vivre dans ces cours d'eau si les hivers avaient été aussi rigoureux qu'aujourd'hui (91).

De même, le renne et la marmotte n'auraient pas habité nos plaines, si les étés avaient été aussi chauds que de nos jours. Il est probable que la température moyenne ne dépassait pas 8 degrés dans les six mois chauds; ce qui prouve que le niveau des neiges éternelles ne s'élevait guère qu'à 1400 mètres d'altitude sous la latitude de Paris, et que l'*époque quaternaire correspond à l'époque glaciaire* (92).

Les ossements d'animaux marins trouvés en divers points du bassin de la Seine y ont été apportés par l'homme (93).

La flore de l'âge de pierre du bassin de la Seine n'a pas été étudiée (94).

Le tableau suivant comprend les découvertes paléontologiques, correspondant à l'âge de la pierre taillée, qui ont été faites dans le bassin de la Seine. C'est le complément de la quatrième partie de cet ouvrage.

TRACES DE L'HOMME.

Ossements humains.	Découverts en trois points seulement : grottes d'Arcy, graviers de la Seine à Paris-Grenelle, à Levallois.

Silex taillés.

Bourgogne. Rien dans les graviers des rivières; très nombreuses découvertes dans les stations de chasse et autres points d'habitation : grottes d'Arcy, de Balot; limon à minerai de fer du Châtillonnais, limon de l'Affichot entre Tonnerre et Noyers, brèches osseuses de Genay; stations de Mondregey, de Montfaute, etc.

Champagne. Presque rien dans les graviers; quelques pièces fort rares dans les anciens lits de la Voire, de l'Aisne et de la Marne; pièces nombreuses hors du lit des cours d'eau, surtout dans la craie à silex; pierres taillées des plus beaux types irrégulièrement semées à la surface du sol dans la vallée de la Vanne, à Cérilly surtout.

Banlieue de Paris et du Soissonnais. Rien dans les limons des plateaux de la Brie; assez nombreuses découvertes sur les autres plateaux, à Cœuvres, à Quincy-le-Mont, à Nemours, etc.; très nombreuses découvertes dans les graviers des vallées, notamment à Paris (gravier des bas niveaux de Grenelle et de Levallois), au Pecq, dans la vallée de l'Oise (Viry-Noureuil).

Normandie. Les découvertes faites jusqu'ici paraissent appartenir à l'âge de la pierre polie.

Vallée de l'Eure. Saint-Prest, à l'aval de Chartres.

Ossements de mammifères.

CARNASSIERS.

Felis spelæa, Goldfuss. (Tigre ou lion des cavernes.)	Graviers de Paris, hauts et bas niveaux.
Ursus spelæus, Blumenbach. (Ours des cavernes.)	Grottes d'Arcy, de Balot; station de chasse de Pouillenay; Cœuvres.
Ursus. (Ours.)	Genay; graviers de Paris, hauts et bas niveaux; Viry-Noureuil.
Hyæna spelæa, Goldfuss. (Hyène des cavernes.)	Genay; grottes d'Arcy, de Balot; Champcueil, ferme de Beauvais; Cœuvres, graviers de Paris, hauts et bas niveaux; Viry-Noureuil.
Canis lupus, Linné. (Loup.)	Grotte de Balot; Paris, bas niveaux; Cœuvres.
Canis vulpes, Linné. (Renard.)	Grotte de Balot.
Meles taxus, Schreber. (Blaireau.)	Limons de la Bièvre; puits de Montmorency.
Mustela vulgaris, Linné. (Belette.) *Mustela putorius*, Linné. (Putois.) *Mustela martes*, Linné. (Martre commune.)	Puits de Montmorency.

PROBOSCIDIENS.

Elephas meridionalis, Nesti. (Éléphant méridional.)	Vallée de l'Eure, Saint-Prest, près de Chartres.

Ossements de mammifères.

Elephas primigenius, Blumenbach. (Mammouth.)

Nota. On a indiqué ci-contre, outre les mammouths, tous les éléphants dont les ossements n'ont pas été déterminés.

- *Bourgogne.* Plateaux : Bourg, près de Langres; puits de Poissons; brèche osseuse de Genay. Vallée de l'Yonne : Auxerre, hauts et bas niveaux. Vallée de la Cure : Saint-Moré, grottes d'Arcy. Vallée de l'Armançon : Tonnerre, Tronchoy. Vallée de l'Aujon : Château-Villain.
- *Champagne humide.* Vallée de l'Armançon : Bouilly, Avrolles, Brienon. Vallée de l'Armance : Chessy. Vallée de la Seine : Isle-Aumont, Villebertin. Vallée de la Voire : Sommevoire, Jagée, Ceffonds. Vallée de la Marne : plaine du Perthois, Saint-Dizier. Vallée de l'Aisne : Sainte-Menehould.
- *Champagne sèche.* Vallée de l'Yonne : Cézy, Sens. Vallée de la Seine : Resson, Barenton-Bugny.
- *Banlieue de Paris.* Plateaux : Champcueil, près de Fontainebleau. Vallée de la Seine : Paris, hauts niveaux : Montreuil, limons de la Bièvre, avenue Daumesnil, anse d'Ivry (près Paris), Sevran; Paris, bas niveaux : rue du Chevaleret, petite rue de Reuilly, rue Popincourt, square Montholon, anse de Grenelle, anse de Levallois-Clichy; à l'aval de Paris : le Pecq, Sotteville.
- Vallée de l'Eure : Pacy-sur-Eure.
- Vallée de la Marne, hauts niveaux : tournant de Chalifert, anse de Chelles, anse de Joinville-le-Pont; bas niveaux : anse du Surmelin, tournants de Trilport et de Bry-sur-Marne.
- *Soissonnais.* Plateaux : Cœuvres, Trosly-Loire. Vallée de l'Aisne : Bourg-et-Comin, Soissons, Vauxrot, Crouy, Pernant. Vallée de l'Oise : Noyon, Viry-Noureuil, Compiègne, Précy-sur-Oise.

Elephas antiquus, Falconer. (Éléphant antique.)

- *Bourgogne :* plateau de Genay, près Semur.
- *Champagne :* hauts niveaux de Sainte-Menehould.
- Paris, hauts niveaux : anse de Montreuil; bas niveaux : tournants de Grenelle, de Levallois-Clichy.
- Vallée de la Marne : anses de Chelles, de Bry-sur-Marne.
- Vallée de l'Oise : Viry-Noureuil.

PACHYDERMES.

Rhinoceros tichorhinus, G. Cuvier. (Rhinocéros à narines cloisonnées.)

Nota. Et rhinocéros non déterminés.

- Grottes d'Arcy, de Balot. Vallée de la Seine : Isle-Aumont, près de Troyes; Paris, petite rue de Reuilly, place de l'Hôtel de-Ville, Grenelle, Levallois.
- Vallée de la Marne : Joinville-le-Pont.
- Vallée de l'Oise : Viry-Noureuil, Compiègne.
- Vallée de l'Aisne, plateaux : Cœuvres.

Ossements de mammifères.	*Rh. Merckii*, Kaup. *Rh. Leptorhinus*, Owen. (Rhinocér. de Merck.)	Paris, hauts et bas niveaux : tournant de Poissy. Vallée de la Marne : anse de Joinville-le-Pont. Vallée de l'Oise : Viry-Noureuil. Vallée de l'Eure : Saint-Prest.
	Rhinoceros etruscus, Falconer. (Rhinocéros étrusque.)	Paris, hauts et bas niveaux. Vallée de l'Eure : Saint-Prest.
	Hippopotamus major, G. Cuvier. (Hippopotame.)	Grottes d'Arcy; graviers de Paris, hauts et bas niveaux; tournant de Poissy; Viry-Noureuil; Saint-Prest.
	Sus scrofa, Linné. (Sanglier.)	Grottes d'Arcy, de Ballot; Sainte-Menehould; Paris, hauts et bas niveaux; Viry-Noureuil.
	SOLIPÈDES.	
	Equus caballus, Linné. (Cheval de très grande taille.)	Paris, graviers des hauts et des bas niveaux.
	Equus caballus, Linné. (Cheval.) Espèces indéterminées.	*Bourgogne*. Genay, Pouillenay, Ménétreux-le-Pitois, Ricey-Haut, Château-Villain, grottes d'Arcy, de Balot. Vallée de l'Yonne : Auxerre, Sens. *Champagne*. Vallée du Serein : Beaumont. Vallée de la Seine : Rosières, Isle-Aumont. Vallée de l'Aisne : Sainte-Menehould. Paris, hauts et bas niveaux, puits de Montmorency, Mantes-la-Ville. Vallée de la Marne : Joinville-le-Pont, Bry-sur-Marne. Vallée de l'Aisne : Cœuvres. Vallée de l'Oise : Viry-Noureuil, Compiègne.
	Equus asinus, Linné. (Âne.)	Grottes d'Arcy. Paris : Grenelle, Levallois.
	RUMINANTS.	
	Bos primigenius, Bojanus. (Urus.)	Auxerre, bas niveaux de l'Yonne; Paris, bas niveaux; Viry-Noureuil (?).
	Bison europæus ou *Bos priscus*, Bojanus. (Aurochs.)	Genay (?), Balot (?); hauts niveaux de Paris, bas niveaux (?); Sevran. Vallée de l'Aisne; Viry-Noureuil (?).
	Bos (petite espèce). (Antilope peut-être.)	Sevran; Paris, hauts et bas niveaux.
	Bos (espèces diverses).	*Bourgogne*. Genay, Pouillenay, Ménétreux, grotte de Balot, Auxerre. *Champagne* : Isle-Aumont, Rosières, Neufchâtel, Barenton-Bugny. Plateaux : Cœuvres, Champcueil, Raincy, puits de Montmorency. Paris, hauts et bas niveaux. Vallée de la Marne : moulin de Condets, Trilport, Chelles, Bry-sur-Marne. Vallée de l'Oise : Viry-Noureuil, Compiègne.

Ossements de mammifères.	*Cervus* (trois ou quatre très grandes espèces).	Vallée de l'Eure : Saint-Prest.
	Cervus megaceros hibernicus, Owen. (Cerf à bois gigantesques, Cuvier.)	Vallée de la Blaise : Vaux, près de Vassy. Paris, hauts et bas niveaux; Sevran; tournant de Poissy; vallée de l'Oise; Viry-Noureuil.
	Cervus Belgrandi, Lartet.	Paris, hauts et bas niveaux.
	Cervus alces, Linné. (Élan.)	Paris, hauts niveaux (pièce unique).
	Cervus tarandus, Linné. *Rangifer tarandus*, Hamilton Smith. (Renne.)	Grottes d'Arcy et de Balot; brèche osseuse de Genay; sablière de Sens; Cœuvres; Paris, bas niveaux; Viry-Noureuil; Compiègne; puits de Montmorency.
	Cervus (espèce non déterminée).	Paris, hauts niveaux (bois très inclinés, échantillon unique).
	Cervus (très petite espèce).	Paris, hauts et bas niveaux.
	Cervus canadensis (?), Brisson. (Cerf du Canada.)	Paris, bas niveaux; Viry-Noureuil, Compiègne; vallée de la Seine : Isle-Aumont.
	Cervus elaphus, Linné. (Cerf commun.)	*Bourgogne :* Genay, Rougemont, Ménétreux, grottes d'Arcy et de Balot, Magny, Saint-Moré, Guerchy. Auxerre. *Champagne :* Loge-Pomblain, Isle-Aumont. graviers de l'Aisne, Cœuvres, puits de Montmorency. Paris, hauts et bas niveaux. Sotteville, près de Rouen. Vallée de la Marne : moulin de Condets. Vallée de l'Oise : Viry-Noureuil.
	Cerv. capreolus, Linné. (Chevreuil.)	Paris, hauts et bas niveaux.
	Ovibos moschatus, Blainville. (Bœuf musqué.)	Viry-Noureuil, Précy-sur-Oise.
	Capra ou *Ovis*, Linné. (Chèvre ou Brebis.)	Paris, bas niveaux.
	Capra ibex, Pallas. (Bouquetin.)	Vallée de l'Ource : Riel-les-Eaux.
		RONGEURS.
	Castor fiber, Linné. (Castor.)	Graviers de la Seine : Châtillon-sur-Seine. *Champagne :* Resson.
	Trogontherium, G. Fischer.	Saint-Prest. Paris, bas niveaux.
	Lepus cuniculus ou *timidus*, Linné. (Lapin, lièvre.)	Grotte de Balot, puits de Montmorency.

Ossements de mammifères.	*Cricetus vulgar.* G. Cuv. (Hamster.)	Puits de Montmorency.
	Spermophilus, F. Cuv. (Spermophile.)	Puits de Montmorency.
	Lagomys pusillus, Desmarest. (Lagomys.)	Puits de Montmorency.
	Arctomys, Linné. (Marmotte.)	Limons de la Bièvre; puits de Montmorency; limons de Mantes-la-Ville.
	Arvicola, Lacépède. (Campagnol.)	Limons de la Bièvre; puits de Montmorency.
	Arvicola amphibius, Desmarest. (Rat d'eau.)	Grotte de Balot.
	INSECTIVORES.	
	Sorex, Linné. (Musaraigne.)	Puits de Montmorency.
	Talpa europæa, Linné. (Taupe.)	Puits de Montmorency.
Oiseaux....	*Rallus aquaticus*, Linné. (Râle d'eau.)	Puits de Montmorency.
	Gallinacés...........	Limons de la Bièvre.
Vertébrés à sang froid.	*Petits batraciens.* (Grenouilles.)	Limons de la Bièvre; puits de Montmorency.
	Lacertiens. (Lézards.)...	Limons de la Bièvre.
	Ophidien. (Serpents.)...	Limons de la Bièvre.

Cette liste est bien incomplète; il est impossible de connaître toutes les pièces qui se sont éparpillées dans les collections particulières. J'ai voulu tout simplement donner une idée de la répartition des faunes dans les différents points du bassin.

La plupart des grands mammifères ont abandonné le bassin de la Seine à l'époque où la tourbe a envahi les cours d'eau. Plusieurs ont complètement disparu de la surface de la terre; tels sont l'*ours des cavernes*, l'*Elephas meridionalis*, le *mammouth*, l'*Elephas antiquus*, les *Rhinoceros tichorhinus*, *Merckii*, *etruscus*, les *grands cerfs d'Irlande*, *de Saint-Prest*, *Belgrandi*, etc. D'autres, le *grand tigre*, l'*hyène*, l'*hippopotame*, ont cherché des climats plus chauds. Quelques-uns, au contraire, le *renne*, le *bœuf musqué*, se sont retirés vers les régions polaires; la *marmotte*, le *bouquetin*, dans les montagnes, vers la limite des neiges; l'*aurochs*, l'*élan*, ont fui devant l'homme et se sont réfugiés dans des forêts encore désertes.

L'*Urus* (*Bos primigenius*), qui vivait encore dans les Gaules à l'époque de la conquête romaine, est aujourd'hui un animal de race éteinte.

A l'époque quaternaire, le bassin de la Seine n'était pas cultivé. On n'y trouve aucune trace de l'agriculture primitive, du régime pastoral; parmi les ossements très nombreux recueillis dans les graviers des rivières, dans les grottes d'Arcy, de Balot, dans les stations de chasse, il n'y en a pas un seul qui se rapporte à un animal domestique; et il n'y a rien d'étonnant à cela: avec le régime des pluies dont j'ai cherché à donner une idée, aucune culture n'était possible, et, sans la révolution météorologique qui a détruit la violence des pluies et des cours d'eau, l'homme serait probablement resté éternellement à l'état de chasseur sauvage sur les bords de la Seine.

Cependant cette révolution, si favorable en apparence, a dû être funeste aux peuplades de l'époque quaternaire; avec des étés beaucoup plus chauds et des hivers rigoureux, après la disparition du gibier dont elles se nourrissaient, la plupart ont dû s'éteindre misérablement.

Il est certain que l'homme qui habita notre pays après l'invasion des tourbes n'avait plus les mêmes aptitudes que l'homme de la pierre taillée. Parmi les outils en pierre polie des cavernes, des dolmens et autres sépultures, on ne trouve jamais ces sculptures si naïvement ressemblantes, ces dessins au trait qui nous ont conservé les images du mammouth, de l'aurochs, du renne, de l'ours des cavernes, etc.[1] L'homme de la pierre polie n'était point artiste.

Si ces indices rudimentaires d'une certaine aptitude aux beaux-arts s'effacent, on voit d'un autre côté apparaître, avec la pierre polie, les faibles lueurs de l'aurore de la civilisation. En même temps que les instruments en silex se polissent, des habitations s'élèvent sur pilotis au milieu des lacs de la Suisse et de l'Irlande (cités lacustres, crannoges); les animaux domestiques de la faune complète des mammifères des temps modernes succèdent aux monstres de l'âge de la pierre taillée. Mais il n'entre pas dans mon plan de faire l'histoire de l'âge de la pierre polie; je terminerai donc ici cet ouvrage.

[1] On n'a trouvé jusqu'ici aucune trace d'anthropophagie dans les débris de festins de l'âge de la pierre taillée; il paraît certain, au contraire, que quelques peuplades de l'âge de la pierre polie étaient anthropophages; on a trouvé des traces de festins de cannibales, notamment près de Paris, à la Varenne-Saint-Maur.

APPENDICE.

APPENDICE.

J'ai cherché dans cet ouvrage à rester clair, en n'empruntant à la science que ses propositions les plus élémentaires, aujourd'hui à la portée de tout le monde, grâce à la diffusion des connaissances humaines, me réservant de traiter à la fin du livre, dans des notes et dans la description des planches, les questions plus techniques qui auraient pu fatiguer et rebuter le lecteur. Les notes qui suivent sont donc une sorte de complément de mon travail.

NOTE A.

SUR L'ALLUVIONNEMENT.

(Voir les chapitres III, VII, VIII et XI.)

J'ai parlé souvent, dans le cours de cet ouvrage, des tourbillons que les courants portent sur les points d'alluvionnement, c'est-à-dire dans les anses et sur la rive convexe des tournants. Ce tournoiement de l'eau est un de ces phénomènes avec lesquels notre œil est familiarisé et qui n'attirent plus notre attention, parce qu'ils ne nous font ni bien ni mal. Mais les ingénieurs savent qu'il joue un grand rôle dans le régime des rivières.

Venturi est le premier qui ait fait connaître les causes de ces mouvements tournants des fluides. Le mémoire qu'il a publié sur cette question remonte à la fin du dernier siècle [1]; je crois devoir en citer quelques passages.

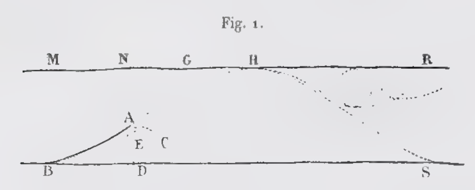
Venturi attribue avec raison les tourbillonnements de l'eau courante au frottement des filets du liquide animés d'une certaine vitesse contre les filets voisins qui sont animés d'une vitesse moindre : «C'est, dit-il, ce que j'appelle *la communication latérale du mouvement dans* «*les fluides*. Newton a connu cette communication; il en a déduit la propagation du tour«noiement des couches intérieures aux extérieures dans un tourbillon. Est-ce la viscosité et «l'adhérence mutuelle des parties du fluide, ou leur engagement et entrelacement réci«proque, ou l'écartement de celles qui sont en mouvement, qui sont la cause de cette com«munication latérale du mouvement?» (Page 9.)

[1] Venturi, *Recherches expérimentales sur le principe de la communication latérale du mouvement dans les fluides* (1787).

Il donne la démonstration rigoureuse de la loi du tournoiement qui résulte de ce frottement latéral.

« L'eau qui se meut dans le canal MNH (fig. 1) rencontre l'obstacle BA; elle y forme « un remou, et va se décharger par AC avec une vitesse augmentée par la hauteur du remou supérieur. « Que l'eau soit dormante en « BDCA, le courant AC communique son mouvement « aux particules latérales E;

Fig. 1.

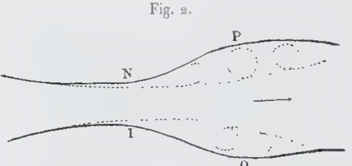


« il les transporte en avant, la surface de l'eau dormante s'abaisse en E, les particules les « plus éloignées vers D sont poussées suivant les lois d'équilibre des fluides, elles viennent « remplir le creux, le courant AC les entraîne encore, l'espace BDCA va s'épuiser; l'eau du « courant AC, en vertu des mêmes lois, éprouve une force constante, qui la pousse vers le « creux E, tandis que le mouvement de projection la porte vers AC; animée par ces deux « forces, l'eau même AC prend un mouvement curviligne en CD, elle descend comme dans « un plan incliné; rétrogradant en DE, elle irait choquer contre l'obstacle BA et le courant « AC; et, après quelque balancement, elle s'y mettrait en équilibre et en repos.

« Mais le courant AC continue son action latérale; il entraîne pour la seconde fois l'eau « revenue par CD en E, il la contraint de renouveler son mouvement par la courbe CDE, « et le tournoiement continue toujours.

« Si la rivière passe par un rétrécissement de son lit en N (fig. 2), elle produit des tour- « nants d'un côté et de l'autre en P et en Q, « comme nous l'avons vu arriver en CD (fig. 1).

Fig. 2.



« Que le fil de l'eau, après avoir frappé « le bord GH (fig. 1), s'en éloigne pour « prendre une autre direction HS, la communication latérale du mouvement excitera des tournoiements dans l'angle de réflexion R.

« Lorsque deux courants de vitesses inégales se rencontrent obliquement au milieu de « la rivière, le courant plus rapide produit de même des tournoiements sur le courant moins « rapide. » (Pages 52 et suivantes.)

« . . . . . La perte de force vive causée par les tournoiements est assez importante dans « la théorie des rivières; elle paraît avoir été négligée par ceux qui ont traité cette matière. « Le frottement de l'eau le long des rives mouillées et sur le fond des rivières n'est pas, « à beaucoup près, la seule cause du ralentissement de leur cours, qui, par conséquent, « exige une pente continuée pour se soutenir. Une des causes principales et plus fré- « quentes du retardement dans une rivière vient aussi des tourbillons qui s'y forment sans « cesse partout, et dans les dilatations du lit, et dans les creux du fond, et par les inégalités « du bord, et par les coudes, et par les courants qui se croisent, et par des filets aqueux de « vitesses différentes, qui se rencontrent. Une bonne partie de la vitesse du courant est em-

« ployée ainsi à rétablir un équilibre de mouvement, qu'elle-même dérange continuellement. » (Pages 56 et suivantes.)

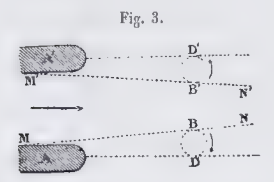
« *La communication latérale du mouvement se fait dans l'air tout comme dans l'eau.* » (Proposition XII, p. 65.)

Venturi a donc connu les causes du tourbillonnement des fluides en mouvement, et il a fait voir que ce phénomène existe non seulement dans les eaux courantes, mais encore dans les fluides élastiques, dans l'atmosphère.

Mais il n'a pas eu connaissance de ces grands mouvements atmosphériques dont les lois ont été si bien formulées par les savants de l'Observatoire de Paris, ni même de l'action des tourbillons sur l'alluvionnement des lits des cours d'eau. Cherchons à donner une idée nette de ces phénomènes.

Plaçons-nous au milieu du pont Notre-Dame à Paris, pendant une crue de la Seine, en regardant la rivière du côté d'aval. Nous constaterons que le courant est très rapide sous l'arche du milieu, entre deux lignes convergentes MN, M'N', et que l'eau est relativement tranquille à l'aval des deux piles latérales A, A'. Le mouvement tournant s'est donc établi dans ces eaux tranquilles à droite et à gauche du spectateur. A l'abri de la pile de droite A, l'eau tourne, le long de la ligne MN, dans le même sens que l'aiguille d'une pendule, à l'abri de la pile de gauche A', le long de la ligne M'N', dans le sens opposé. Sans avoir recours à la démonstration un peu lourde de Venturi, nous nous rendrons facilement compte de la cause de ce mouvement. L'eau étant animée d'une grande vitesse en B et B' et étant relativement calme en D et D', le frottement latéral développe en ces derniers points une force opposée au courant. Si nous décomposons la force qui agit en B et B' en deux parties dont l'une est égale à celle produite par le frottement en D et D', nous aurons à droite et à gauche des couples qui détermineront le mouvement tournant dans le sens indiqué par des flèches sur chacun des cercles BD, B'D'. L'excès de vitesse qui existe aux points B et B' fait descendre les tourbillons vers l'aval; ils se produisent irrégulièrement à des points quelconques des lignes MN, M'N'; la vitesse dont ils sont animés est d'autant plus grande que ces points sont plus rapprochés des piles, et le contraire a lieu pour leurs diamètres. C'est identiquement le même phénomène qui se produit dans l'atmosphère terrestre à droite et à gauche du spectateur placé sur l'équateur et tourné vers l'orient. La grande masse d'air déplacée par les chaleurs tropicales est entraînée par le mouvement de rotation de la terre vers le nord-est dans l'hémisphère boréal, et vers le sud-est dans l'hémisphère austral; elle traverse, en se rapprochant des pôles, des régions plus tranquilles de l'atmosphère, et le frottement latéral que ces courants animés de vitesses différentes exercent l'un sur l'autre détermine des tourbillons ou cyclones à axe vertical, qui, dans l'hémisphère austral, c'est-à-dire à droite du spectateur, tournent dans le même sens que l'aiguille d'une pendule, et en sens inverse dans l'hémisphère boréal, à gauche du spectateur. Cette similitude du petit phénomène dont notre œil saisit immédiatement tous les détails dans le fleuve parisien, et des mouvements atmosphériques que nous

Fig. 3.

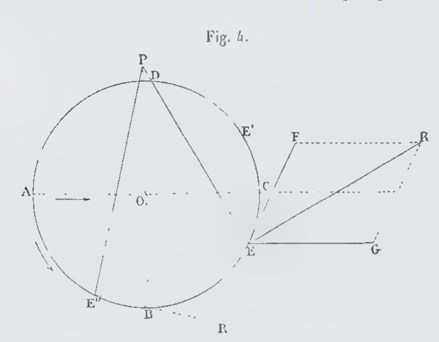


comprenons grâce à un grand effort de notre intelligence, me semble très frappante. La seule différence, c'est que, dans les cours d'eau, les tourbillons sont toujours déterminés par des points fixes, qu'ils se reproduisent incessamment dans les mêmes lieux, et qu'il n'en est pas tout à fait ainsi des bourrasques.

Suivons de l'œil un de ces cercles décrits par l'eau du fleuve parisien à la gauche du spectateur; nous y reconnaîtrons toutes les circonstances du mouvement des bourrasques de notre hémisphère boréal décrites par les savants de l'Observatoire.

Soit AC la direction du courant; chaque point du cercle ABCD (fig. 4) est animé de deux vitesses, l'une parallèle à la direction AC du courant, l'autre dirigée suivant la tangente à la circonférence du cercle dont ce point fait partie, qui détermine le mouvement tournant. Considérons, par exemple, le point E pris sur la circonférence du cercle ABCD; prenons, pour représenter la vitesse tangentielle, une ligne EF égale au rayon OE, et, pour la vitesse de transport, une ligne proportionnelle EG parallèle à AC; déterminons la direction et la grandeur de la résultante ER, nous reconnaîtrons immédiatement l'exactitude des propositions suivantes :

Fig. 4.



1° La perpendiculaire sur cette résultante élevée au point E coupe en un point P le diamètre DB perpendiculaire à la direction du courant; les deux triangles EOP, EFR, sont égaux, comme ayant leurs côtés perpendiculaires et les côtés OE et EF égaux. Par conséquent, la ligne PE est égale à la résultante ER. Les deux côtés EF et FR du triangle étant constants, quel que soit le point de la circonférence qu'on considère, la longueur OP est elle-même constante, c'est-à-dire que les perpendiculaires élevées en un point quelconque de la circonférence sur la direction des résultantes passent toutes par le point P.

2° Dès que le point P est connu, on a un moyen très simple de déterminer les résultantes en grandeur et en direction; la ligne PE″ sera égale à la résultante au point E″, et la direction de cette résultante sera la ligne E″R′ perpendiculaire à PE″.

3° Il résulte de là que, si l'on considère deux points E et E′ placés symétriquement sur les deux demi-circonférences ABC et ADC, la résultante est plus petite au point E′ situé sur la demi-circonférence de gauche qu'au point E situé sur la demi-circonférence de droite. La vitesse maximum se trouve à l'extrémité B du diamètre DB perpendiculaire à la direction du courant; elle est égale à la somme PB des vitesses EF, EG. La vitesse minimum existe à l'autre extrémité D du même diamètre; elle est égale à la différence PD de ces deux vitesses.

4° La direction de la vitesse d'un point qui se transporte de A en C sur la circonférence de droite change en suivant la marche inverse de celle de l'aiguille d'une pendule; elle se déplace dans le même sens que cette aiguille, lorsque le point circule sur la demi-circonférence de gauche.

5° Un point quelconque pris sur un rayon dans l'intérieur du cercle est animé d'une vitesse moindre que celle du point situé à l'extrémité du même rayon sur la circonférence ABCD; par conséquent il y a une diminution de pression dans l'intérieur du cercle, la surface du cercle se déprime en entonnoir, et tous les corps entraînés par le tourbillon tendent à s'y précipiter; il y a, au contraire, intumescence lorsque le mouvement tournant cesse par une raison quelconque. Ce petit gonflement de la surface de l'eau qui remplace l'entonnoir est toujours très visible.

Il n'est pas toujours facile, lorsqu'on considère une rivière du haut d'un pont, de distinguer les tourbillons; mais on voit toujours cette intumescence qui se produit lorsque l'eau cesse de tourner, ce qui a lieu continuellement. On reconnaît ainsi que les tourbillons existent presque partout, et que le transport de l'eau suivant des lignes droites parallèles aux rives est presque une exception.

6° La demi-circonférence ABC de droite est le bord *dangeureux* des bourrasques atmosphériques et des cyclones; la demi-circonférence de gauche, le bord *maniable*. Dans les courants d'eau, je donnerai à la première le nom de *bord rapide*, et à la seconde celui de *bord tranquille*.

Le 26 janvier 1869, l'effet du tourbillonnement était très frappant au pont Notre-Dame. La Seine charriait de petits glaçons qui entraient dans les tourbillons par le bord rapide, se dressaient de champ, sombraient, faisaient le plongeon, qu'on me passe cette expression, et restaient entièrement immergés tant qu'ils étaient sur ce bord; ils reparaissaient sur le bord tranquille; quelques-uns sortaient du tourbillon au point D, d'autres descendaient en tournant presque jusqu'au pont au Change, et, comme dans le dernier cercle la vitesse de transport EG était moindre que la vitesse tangentielle EF, la vitesse au point D était négative, et chaque glaçon sortait du cercle en ce point en remontant vers l'arrière-bec de la pile suivant les lignes DA, D'A' (fig. 3).

Ces six propositions vont me permettre de formuler rigoureusement les lois de l'alluvionnement.

Si des graviers déplacés par le courant entrent dans un tourbillon, ils continuent à être entraînés tant qu'ils sont sur le bord rapide, mais *ils tendent à tomber au fond de l'eau quand ils sont sur le bord tranquille, surtout au point* D, où la vitesse est un minimum. Le bord tranquille est aussi le bord de l'alluvionnement.

Considérons d'abord un cours d'eau coulant dans un lit rectiligne et à section régulière, et négligeons les tourbillons produits par les obstacles existant dans le lit. La vitesse étant généralement moindre sur les bords qu'au milieu, il y a frottement latéral, et l'eau est entraînée du milieu du lit vers les bords, et des bords vers le milieu du lit. Ce mouvement tournant s'établit dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre vers la rive droite, et en sens inverse vers la rive gauche. Le bord rapide des tourbillons est toujours du côté du large; le bord tranquille ou de l'alluvionnement, du côté des rives. Dans les grandes rivières, ce mouvement n'est pas très sensible, et un corps flottant peut descendre au fil de l'eau pendant longtemps en se rapprochant insensiblement d'une des rives.

Le lit est trop large si, dans les plus grandes crues, la vitesse au point D (fig. 4) ne peut soutenir les matières transportées par l'eau : alors le cours d'eau rétrécit son lit en

déposant des alluvions au pied des berges; la vitesse au point D diminuant au fur et à mesure que le lit se remplit, l'alluvion devient de plus en plus fine jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau des rives; c'est alors que se déposent ces alluvions limoneuses, ces *sables gras* qui se couvrent immédiatement de végétation et dont il a été souvent question (23).

La largeur du lit, au contraire, est insuffisante lorsque la vitesse au point D est assez grande pour attaquer les rives.

Alors le cours d'eau travaille à diminuer sa vitesse en diminuant sa pente, c'est-à-dire en allongeant son lit. Il corrode la rive la moins résistante et le fond du lit du même côté; le courant se porte tout entier sur cette rive profonde; l'affouillement de la berge rectiligne forme le commencement d'une courbe; le courant réfléchi vers la rive opposée y trouve des eaux plus tranquilles et le mouvement tournant s'établit; les matériaux provenant de l'affouillement sont emportés par ce tourbillon et se déposent dès que la vitesse sur le bord tranquille est assez réduite pour qu'ils ne soient plus entraînés; la convexité de la courbe est dessinée par cette alluvion; le lit cesse d'être rectiligne; la sinuosité se prononce de plus en plus, jusqu'à ce que l'allongement du lit réduise suffisamment la pente et qu'il y ait équilibre entre la force d'érosion de l'eau et la résistance de la rive concave. Dans ce sinus, la partie profonde de l'eau est toujours le long de la rive concave qui tend à se corroder; la rive convexe, au contraire, tend à s'alluvionner : c'est la démonstration rigoureuse de la loi que je me suis contenté de formuler (21).

Il arrive souvent, dans les grands cours d'eau, que le mouvement tournant n'ait pas la vitesse suffisante pour transporter jusqu'à la rive convexe les matières détachées de la rive concave. Lorsque la vitesse au point D du bord tranquille du tourbillon n'est plus suffisante pour les entraîner, elles tombent au fond de l'eau et forment des bancs qui diminuent la section du lit, et, par conséquent, augmentent la puissance d'érosion du courant dans la rive concave. Si c'est en pleine crue que ces bancs se déposent, ils ne tardent pas à s'élever au-dessus de l'eau et à former des îles. Si c'est en crue décroissante, ils peuvent être emportés à la crue suivante par affouillement. C'est ainsi que, dans les eaux décroissantes, il se forme toujours au sommet de la rive convexe des tournants un cap allongé d'alluvion sableuse. Dans la basse Seine, les mariniers donnent le nom de *Trémate* à ce cap qui, enlevé par les dragueurs dans l'intervalle de deux crues ou par la crue suivante, se reproduit invariablement dans les eaux décroissantes.

Fig. 5.

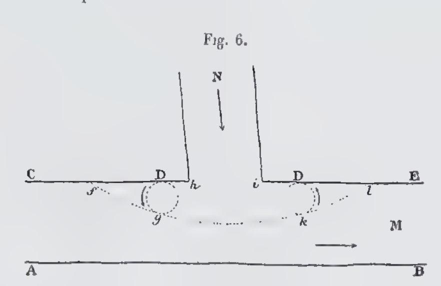
Lorsque ces sinus se développent dans une plaine ou au fond d'une large vallée rectiligne, les courbes creusées par les courants, les îles, les alluvions formant convexité, peuvent être effacées et emportées souvent par une seule crue extraordinaire, et les concavités des courbes être déplacées d'une rive à l'autre : cela se conçoit sans peine; on dit alors que le cours d'eau *divague*. Mais il n'en est plus ainsi lorsque la vallée

elle-même est courbe; alors la force de l'eau se porte toujours vers le coteau concave ABC, et le lit tend à se creuser de ce côté; les tourbillons se réfléchissent vers la rive opposée à l'aval du coteau convexe EIKH; leur bord tranquille D est toujours tourné vers cette rive qui tend à s'alluvionner. En basses eaux, la rivière se tient dans la partie profonde du lit le long de la rive concave ABC; le lit se relève en pente douce depuis cette rive jusqu'à la rive convexe EIKH; souvent même une partie de cette plage d'alluvion reste à sec. Il en est de même si, par l'effet d'une dérivation ou une autre cause quelconque, la grandeur du cours d'eau diminue; alors la partie abandonnée du lit se trouve toujours sur la rive convexe. Si deux courbes de la vallée se succèdent en sens inverse, le cours d'eau rétréci traverse, d'un sinus à l'autre, la partie abandonnée du lit pour rester collé contre la rive concave H B′ C′ de la seconde courbe.

Toute anse ou échancrure des rives, tout élargissement P et Q du lit (fig. 5), donnent lieu à des tourbillons, comme l'a démontré Venturi. Ces tourbillons s'établissent le long des lignes des eaux tranquilles LO, L′O′; leur bord d'alluvionnement D est tourné vers les rives, et les graviers sont transportés dans les anses P et Q. Si la largeur du lit est normale en M, c'est-à-dire si, en ce point, les rives ne se corrodent ni ne s'alluvionnent, la vitesse de l'eau, sur le bord tranquille D des tourbillons qui s'établiront en P et en Q, sera insuffisante pour entraîner les matières charriées par l'eau, et les deux anses P et Q se rempliront d'alluvion.

Lorsqu'une rivière N débouche dans une autre rivière M (fig. 6), et que la force du courant est assez grande pour repousser la masse de l'eau ver la rive AB, l'eau reste relativement calme à l'amont et à l'aval du confluent en *fgh* et *ikl*. Il s'y établit donc des tourbillons dont le bord tranquille D est tourné vers la rive CE, et, par suite, il s'y forme un dépôt d'alluvion, même lorsque la vitesse des deux cours d'eau est très grande. L'alluvion *fgh* provient toujours du cours d'eau M; l'alluvion *ikl*, des deux cours d'eau. On voit un exemple très curieux d'un alluvionnement de ce genre au confluent des canaux de fuite de l'usine que la ville de Paris possède à Joinville-le-Pont. Quoique la vitesse de l'eau soit très grande dans ces deux canaux, il s'est formé à l'amont et à l'aval du confluent une alluvion entièrement *limoneuse*. L'existence de ce dépôt serait inexplicable, dans des eaux aussi violentes, sans l'action des tourbillons. Je ferai voir dans la note suivante que les dépôts de ce genre que l'on remarque au confluent des vallées des terrains jurassiques de la Bourgogne sont une des preuves les plus fortes de la violence du phénomène qui a creusé ces vallées.

Fig. 6.



Si, au contraire, le cours d'eau N est relativement faible et le cours d'eau M considérable, l'eau de N est refoulée vers l'amont surtout en temps de crue, la vitesse devient presque nulle dans ce lit secondaire, les tourbillons y pénètrent comme dans une anse, et le débouché se tapisse d'alluvions provenant des deux rivières; la plus petite se fraye en basses eaux un lit irrégulier à travers ces alluvions. C'est ainsi que, dans l'âge de

pierre, les débouchés de l'Orge, de la Bièvre et de la Vaucouleurs, se sont tapissés de limons à l'époque des hauts niveaux. Ces dépôts se sont formés tantôt sur le coteau de la rive droite, tantôt sur celui de la rive gauche, suivant que le faible courant du ruisseau se portait à droite ou à gauche.

L'exposé qui précède est la démonstration rigoureuse de la théorie de l'alluvionnement pendant l'âge de pierre, que je me suis borné à exposer (21, 22, 23).

La figure 5 est une grossière reproduction du tracé du lit de la Seine dans la traversée et à l'aval de Paris à l'époque des bas niveaux, tel qu'il est figuré sur la planche n° 3. Nous avons la certitude que le fleuve a abaissé son lit, puisque les anciennes berges sont de 7 à 8 mètres plus élevées que les berges du fleuve moderne; nous avons donc aussi la certitude que les matériaux provenant de cet affouillement ont été entraînés par les tourbillons dans la petite anse Q du Luxembourg et de la place Saint-Sulpice sur la rive gauche, dans l'anse P de Paris sur la rive droite, sur la rive convexe EIKH du tournant du Champ de Mars et de la plaine de Grenelle et sur la rive convexe E'I'K'H' du tournant du bois de Boulogne, de Levallois et de Clichy; le lit devenu inutile a été rempli, et les anciens graviers de fond ont été recouverts d'alluvion.

C'était également en ces points d'alluvionnement que les corps flottants, notamment les cadavres des animaux noyés et les coquilles terrestres charriés par l'eau, venaient tournoyer et atterrir. C'était sur les pentes douces de ces plages d'alluvion que s'établissaient les abreuvoirs naturels des animaux de l'âge de pierre, et que ces animaux se noyaient quand, poussés par la soif, ils se précipitaient tumultueusement vers le fleuve, comme le font encore les herbivores de l'Amérique méridionale.

La pente douce de ces plages de gravier était certainement accessible en temps de basses eaux, comme le sont encore les graviers des cours d'eau modernes du côté où se portent les alluvions, et les hommes de l'âge de pierre y descendaient pour y tailler leurs grossiers outils que nous y recueillons en abondance. Les coquilles fluviatiles pouvaient vivre dans ces cours tranquilles; puis ces ossements, ces coquilles fluviatiles et terrestres, ces silex taillés, ont été recouverts par l'alluvion comme les graviers de fond, lorsque le fleuve a abaissé et rétréci son lit en remplissant les parties devenues inutiles. Le petit cours d'eau rétréci est resté collé contre la rive concave BCF de Chaillot; il traverse en E'A', entre Billancourt et Meudon, le lit abandonné, pour aller se coller contre la rive concave A'B'C' de Sèvres, Saint-Cloud, Courbevoie. Cette démonstration est rigoureusement exacte, et s'applique aussi bien à l'un quelconque des vingt-sept tournants qui existent entre Fontainebleau et Rouen qu'aux tournants de Paris.

Il est démontré par la présence de ces coquilles fluviales et terrestres, de ces silex taillés et non roulés, qu'on trouve en si grande abondance dans les couches inférieures des sablières, restes des lits abandonnés, que les graviers de fond ont été remaniés non par le courant passager d'un déluge, mais par des cours d'eau permanents, puisque ces objets prouvent que la vie persistait pendant ce remaniment. Je compléterai cette démonstration en faisant voir que les silex taillés ne portent aucune trace de roulure.

La planche ci-contre représente des silex taillés recueillis par M. Reboux dans les graviers de Levallois-Clichy.





SILEX TAILLES

Le n° 1 représente un éclat détaché d'un nucléus et portant encore la croûte blanchâtre qui recouvrait tout le silex.

Le n° 2 représente un éclat du même genre vu en dessous avec le bulbe de percussion. M. Reboux a trouvé un très grand nombre de ces éclats qui, très probablement, étaient détachés du caillou sans but spécial, uniquement pour préparer le nucléus.

Les n°s 3 et 4 sont, au contraire, des outils taillés et finis : l'un, le n° 3, est vu du côté taillé; l'autre, le numéro 4, est vu du côté du bulbe de percussion.

Le n° 5 n'est autre chose, probablement, qu'un nucléus dont on a détaché un grand nombre de petits éclats pour en faire des ustensiles de formes variées. Les nombreuses petites facettes de ce nucléus portent en creux la forme du bulbe de percussion de ces éclats détachés.

Cette planche a été dessinée et gravée d'après nature par le soleil et sans aucune retouche; c'est un procès-verbal qui prouve que ces pierres n'ont pas été roulées; leurs arêtes sont aussi vives et aussi nettes que si elles sortaient de la main de l'ouvrier. Par conséquent, elles ont été apportées à l'endroit où elles ont été trouvées, non par un courant diluvien, ni même par un cours d'eau, mais par l'homme, et l'on ne comprendrait guère comment elles se trouveraient en si grand nombre dans les graviers de fond de Clichy, si ces graviers n'étaient d'anciens ateliers de fabrication (23, 37, 58, 81).

Voilà donc un fait bien établi : les graviers du fond des sablières ont été remaniés par des cours d'eau et non par des déluges, et, par conséquent, les ossements qu'ils renferment y ont également été enfouis par ces cours d'eau.

Je ne crois pas qu'il soit possible de soutenir que la partie supérieure des sablières, l'alluvion dépourvue de silex taillés, ait été apportée par des courants diluviens. D'après la théorie de l'alluvionnement que je viens de développer, cette supposition n'est plus nécessaire.

La disposition des sablières justifie ce qui vient d'être dit. Les quatre coupes qui suivent ont été relevées dans l'ancien lit de la Seine à Levallois-Clichy; elles ont été photographiées, puis gravées par le soleil.

La planche n° 10 représente la coupe d'une partie de la sablière Jumentier, 182, route de la Révolte. La zone ABCD de gravier de fond paraît, au premier abord, avoir été transportée par un courant très violent; elle est composée principalement de cailloux assez volumineux. On voit même dans la masse des blocs considérables *a, a, a, a,* qui nécessairement ont parcouru le même trajet que les cailloux.

Mais un examen plus attentif fait reconnaître que cette violence n'a pas été de longue durée; ces blocs sont composés de limon presque plastique, qui n'a pu voyager bien loin avec des cailloux; ils proviennent, en effet, d'un banc qui a été disloqué à peu de distance et qu'on voit encore en place dans le reste de la sablière.

La zone du gravier a été simplement soulevée et déplacée en masse avec les bancs de limon par le passage du bord rapide d'un tourbillon, à une époque de régime violent. La plus grande partie des matériaux fins a été emportée, puis la masse est retombée en place; mais le banc de limon s'est trouvé brisé. Plus tard, le régime du fleuve est redevenu permanent et tranquille, car au-dessus de cette zone il s'est formé une nouvelle couche de

limon, puis des zones de matériaux de plus en plus fins, de sablon EF d'abord, de sable gras GH ensuite, et enfin le limon i des débordements.

Les cailloux de la zone ABCD sont très peu roulés, ce qui prouve qu'ils n'ont voyagé ni longtemps, ni souvent. Les petits graviers entremêlés sont, au contraire, très roulés; en temps ordinaire et pendant les permanences de régime, le fleuve transportait donc ce petit gravier et laissait les gros cailloux immobiles. C'était seulement dans les temps de violence, lorsque le fleuve abaissait son lit, qu'il avait la puissance de remanier les alluvions volumineuses même dans les anses et sur la convexité des tournants, pêle-mêle avec le petit gravier roulé et le sable. C'est donc avec raison que j'ai pu calculer le débit des crues (43) en admettant qu'en temps ordinaire le fleuve, dans ses plus grandes crues, ne déplaçait que du sable ou du petit gravier.

On trouve de fréquents exemples d'affouillements dans les sablières de Levallois-Clichy. Ainsi le tourbillon qui transportait les graviers de la base de la zone AB a affouillé la zone C (planche 11); puis, ce moment de violence passé, le régime permanent s'est rétabli, une couche de limon a recouvert la zone AB; au-dessus se sont déposées des couches successives de sable fin, de gravier, de limon, puis les sables gras GH, puis le limon rouge ii des débordements.

Un affouillement plus marqué encore se remarque sur la planche 12; on ne voit qu'un côté ABC de l'entonnoir qui s'est formé au passage du bord rapide d'un tourbillon dans les zones DEE. L'étendue de la planche n'a pas permis d'y comprendre l'autre côté; mais on voit que l'excavation a été remplie par une masse de sable limoneux; puis, le fleuve étant devenu tranquille, une couche de sable fin a recouvert le tout; au-dessus s'élèvent des zones variées de sable et de limon, puis les sables gras GH, puis le limon ii des débordements.

Si les alluvions ont été transportées par les tourbillons qui existaient nécessairement à chaque tournant de la vallée, elles doivent être de plus en plus fines à mesure qu'on s'éloigne du sommet I' (fig. 5) de la courbe, le diamètre des cercles des tourbillons s'élargit beaucoup en effet, à mesure qu'on s'éloigne de leur origine; leur vitesse diminue en même temps que leur puissance de transport : c'est ce qu'on vérifie très bien à Levallois-Clichy. Vers l'avenue de Clichy, au point H', près de l'extrémité de ce grand dépôt dû au tournant du bois de Boulogne, l'alluvion ne se compose plus que de sable; le gravier manque complètement. Le même fait se remarque à la sablière n° 37, la plus voisine de la porte de Clichy (planche n° 3). La planche 13 a été faite dans une de ces alluvions dépourvue de gravier. Elle est encore intéressante, parce qu'elle fait voir que les sables fins voyagent bien par rides, comme l'a dit Dubuat : une seule crue peut en transporter de grandes masses. Ainsi la plus grande partie du sable figuré sur cette coupe a certainement été transportée dans une seule crue. Les rides qui rayent toute cette figure ne laissent aucun doute sur ce point. C'est ce que j'avais déjà cherché à prouver en discutant le diagramme n° 34 (73).

Si l'on examine les dispositions d'ensemble de ces quatre coupes, on voit qu'elles se terminent par les zones de plus en plus fines et régulières, d'abord par des sables, puis par le sable gras, puis par la couche de limon rouge.

Peut-on dire que ces zones de terrain de transport si tranquillement déposées sont le

produit de la queue d'un déluge? Cela n'est pas possible; je viens de démontrer que des cours d'eau permanents ont seuls agi sur les parties basses et moyennes des sablières, et qu'aucune action diluvienne n'a laissé de traces sur ces graviers de fond. Le déluge final n'aurait donc remanié que le dessus des sablières; ce qui paraît d'autant plus inadmissible que ces zones supérieures, d'après les coupes qui précèdent, ont certainement été déposées dans des eaux plus tranquilles que les zones inférieures; le courant diluvien aurait donc été moins puissant que le courant d'une crue ordinaire du fleuve : ce qui est inadmissible.

En réalité, il n'y a eu, pendant l'époque quaternaire, qu'un seul déluge qui a jeté dans les vallées la masse des terrains de transport; puis de grands cours d'eau ont remanié ces graviers jusqu'à l'époque des tourbes.

Quelques géologues attachent une grande importance à la plus ou moins grande proportion des fragments de telle ou telle roche dans un terrain de transport; ils font des terrains différents, par exemple, de ceux qui contiennent des proportions très différentes de silex de la craie, de meulière ou de calcaire grossier. Les coupes qui précèdent prouvent que les graviers d'un même lit de la vieille Seine n'ont aucune homogénéité dans des coupes relevées à quelques mètres de distance les unes des autres.

La différence de composition des graviers n'aurait quelque importance qu'autant qu'ils renfermeraient des débris de roches étrangères à la partie du bassin de la Seine située en amont du dépôt, et dans tout le terrain de transport il n'y a qu'un seul élément étranger au bassin : c'est le peroxyde de manganèse.

Néanmoins, pour me conformer à l'usage, je donne ci-dessous la liste des roches dont on trouve le plus habituellement les débris dans les sablières des environs de Paris. Ces roches ont été recueillies par M. A. Roujou.

LISTE DES DIVERSES ROCHES DES TERRAINS DE TRANSPORT DE LA VALLÉE DE LA SEINE, AUX ENVIRONS DE PARIS.

Pegmatite.
Granit porphyroïde.
Gneiss.
Granit à grains fins.
Granit à gros grains.
Porphyre quartzifère.
Eurite (?).
Porphyre feldspathique noir.
Leptinite grenatifère.
Galets de quartz.
Fragments d'arkose des bords du Morvan.
Silex pyromaque de la craie.
Silex en plaquettes du calcaire grossier.
Silex ménilite du calcaire de Saint-Ouen.
Silex nectique du calcaire de Saint-Ouen.
Silex et meulières de la Brie.
Meulières de Montmorency (?).

Quartz cristallisé, avec carbonate de chaux également cristallisé et provenant des marnes du calcaire grossier.

Grès verdâtre, avec coquilles provenant des sables moyens.

Grès d'un rouge vineux, formation indéterminée (très rare).

Grès jaunâtre et blanc, de la formation des sables de Fontainebleau.

Plaquettes de grès ferrugineux d'un brun très foncé (très rare). Cette roche paraît provenir de formations que l'on observe dans plusieurs localités, à Belleville, par exemple, à la partie supérieure des sables de Fontainebleau.

Arragonite. J'en ai vu un morceau dans une sablière de Levallois. M. Lemoine en a déterminé, l'année dernière, un morceau provenant de Montreuil, chez M. Margerie.

Calcaire très blanc, de texture cristalline et saccharoïde (très rare), formation indéterminée.

Fragments divers provenant
- *de la craie, de l'argile plastique,*
- *des poudingues de l'argile plastique,*
- *du calcaire grossier inférieur,*
- *du calcaire grossier moyen,*
- *du calcaire grossier supérieur.*

Magnésie, marne magnésienne du calcaire de Saint-Ouen.

Fragments de gypse.

Morceau de marne provenant des marnes vertes.

Nodules avec cristaux de sulfate de strontiane, même origine.

Fossiles enlevés à des terrains plus anciens que le quaternaire.

Bois silicifiés.

Coquilles et zoophytes de la craie.

Fossiles du calcaire grossier.

Fossiles d'origine indéterminée.

Peroxyde de manganèse.

De toutes ces roches qui constituent le terrain de transport des anciens lits de la Seine, une seule, le peroxyde de manganèse, paraît provenir de l'extérieur, peut-être du bassin de la Saône.

M. Buteux [1] a constaté, sur plusieurs points du département de la Somme, la présence de roches venues du département de l'Oise et d'assez loin, c'est-à-dire du bassin de la Seine. Ces faits ne démontrent-ils pas l'existence de courants diluviens qui ont passé par-dessus les bassins de la Saône, de la Seine et de la Somme? (Voir la première partie de cet ouvrage.)

Les 4 à 5,000 pierres taillées trouvées par MM. Reboux, Martin, etc., dans les terrains de transport des anciens lits de la Seine, à Paris, sont presque toutes extraites des silex de la craie, qui sont très nombreux dans ces graviers. Plus tard, à l'époque de la pierre polie lorsque ces vieux lits ont été remblayés par le fleuve lui-même et recouverts par le limon des débordements, on ne trouvait plus sur les bords du fleuve que des silex pyromaques de petites dimensions. Voilà pourquoi les haches polies un peu grandes trouvées à Paris et dans la banlieue ont, pour la plupart, été détachées de blocs de silex tertiaires. Il n'en est point ainsi dans les départements de l'Yonne et de la Somme; presque tous les objets travaillés des âges de la pierre taillée et de la pierre polie sont en silex pyromaque, qui s'y trouve en abondance à la surface du sol.

[1] *Esquisse géologique du département de la Somme.*



COUPE DE LA SABLIERE JUMENTIER _ *182, Route de la Revolte*



COUPE DE LA SABLIÈRE JUMENTIER *18, Route de la Révolte*





COUPE DE LA SABLIERE N° 21 …







COUPE DE LA SABLIERE DOUCET

[illegible] Route de la Revolte





COUPE D'UNE SABLIÈRE

à gauche du pont du Chemin de fer de l'Ouest. Route militaire

NOTE B.

SUR L'ARÈNE.

(Voir pp. 21, 22, 23, 24 et 62.)

Cet ouvrage était en grande partie imprimé lorsque mes amis m'ont exprimé des doutes sur l'origine diluvienne de l'arène des vallées de la basse Bourgogne. Pour eux, ce terrain serait purement et simplement détritique. Les roches oolithiques auraient été réduites en petits fragments par les agents atmosphériques, et ces débris auraient été entraînés sur la pente des coteaux par les eaux pluviales.

Je dois d'abord dire pourquoi je repousse cette explication, qui, au premier abord, paraît sans réplique.

Les dépôts d'arène des vallées de la basse Bourgogne se trouvent dans des positions déterminées; ils sont toujours à flanc de coteau dans les anses ou rentrants des vallées, sur le sommet de la courbe ou un peu à l'aval de la courbe de la convexité des tournants ou des confluents de deux vallées, c'est-à-dire à tous les points où l'eau serait calme, si la vallée devenait le lit d'un immense cours d'eau qui la remplirait à pleins bords. Il n'y a point d'arène sur les parties qui, dans cette hypothèse, seraient exposées à l'action violente du courant, telles que les coteaux concaves des tournants, les coteaux rectilignes des parties étroites des vallées, etc. Or, si l'arène avait été charriée sur les pentes par les eaux pluviales, elle se trouverait répartie sur tous les coteaux sans distinction, mais principalement sur la pente de la concavité des courbes des vallées, où les lignes de plus grande pente convergent; il n'y a qu'une position où les dépôts se seraient formés plus difficilement, c'est sur la convexité des tournants des vallées, où les lignes de plus grande pente divergent. Or, ainsi que je viens de le dire, c'est précisément le contraire qui a lieu sans exception.

On trouve des terrains détritiques entraînés par les eaux pluviales sur les pentes des calcaires oolithiques, mais on ne peut les confondre avec l'arène; ils sont composés de fragments de grosseur très variable indistinctement mélangés; telles sont, par exemple, les pierrailles qui couvrent la pente concave des roches de Saint-Moré, près des grottes d'Arcy. Ces débris sont de toute grosseur, et l'on voit du premier coup d'œil qu'ils sont formés des débris des roches supérieures lentement détruites par les agents atmosphériques. Mais on ne peut confondre ces grossiers détritus avec les fines arènes que la route a entamées plus près du village et qui se sont déposées à l'abri d'une des convexités de la vallée. Les arènes « sont en effet disposées par zones, ayant une inclinaison qui atteint parfois 45°. . . . . . . les « plus épaisses n'ayant guère que 20 centimètres. . . . . Ces sables sont d'un même volume « dans chaque zone. . . . . Une zone de parcelles fines succède à une zone de parcelles plus

«grossières et *vice versa*.... Des zones terreuses succèdent à des zones sèches.» (Lettre de M. Collenot.) Les eaux pluviales ne peuvent rien faire de semblable; elles ravinent les pentes et accumulent les déjections au pied des talus en cônes irréguliers composés de débris de toute grosseur. Les eaux courantes, au contraire, forment constamment des dépôts zonés et opèrent ces triages dont parle M. Collenot.

Il me paraît donc absolument impossible d'admettre que l'arène soit un terrain détritique entraîné sur les pentes par les eaux pluviales.

Voici maintenant les objections les plus sérieuses qui m'aient été faites par M. Collenot, qui connaît très bien les vallées des terrains jurassiques :

1° Les petits fragments qui composent l'arène sont toujours anguleux et jamais roulés; jamais ils ne sont mélangés avec la grève, terrain de transport du fond des vallées composé de débris toujours roulés. Comment expliquer cette séparation, si ces deux terrains ont été entraînés dans le même temps par le même courant diluvien?

2° L'arène est toujours composée des débris des roches voisines, et, quand la composition de ces roches varie d'un bord à l'autre de la vallée, la composition de l'arène varie de la même manière sur chacun de ces bords.

M. Collenot cite plusieurs faits à l'appui de son opinion; par exemple, à Aizy-sur-Armançon, à la limite des départements de la Côte-d'Or et de l'Yonne, le chemin de fer de Lyon a ouvert une carrière de ballast dans un magnifique dépôt d'arène qui s'est formé sur la convexité d'un tournant de la vallée de l'Armançon, à gauche du thalweg; les collines situées du même côté de la vallée sont formées d'une roche qui renferme l'*ammonites arbustigerus* (base de la grande oolithe). On n'y trouve pas l'*oolithe milliaire,* située à un niveau un peu plus élevé; la sablière d'Aizy ne renferme pas une parcelle d'oolithe milliaire, et elle est formée presque entièrement de débris de calcaire à *ammonites arbustigerus.* Sur le bord opposé de la vallée, c'est-à-dire à droite du thalweg, dans l'anse de Rougemont, on exploite un autre dépôt d'arène composé presque entièrement de fragments d'oolithe milliaire et d'un calcaire compacte qui constituent, en effet, toutes les collines de ce côté de la vallée. Les débris qui ont formé l'arène n'ont donc pas passé d'un côté à l'autre du thalweg.

Dans l'Auxois, où toutes les vallées sont bordées du calcaire à entroques, les dépôts d'arène sont entièrement composés de débris de cette roche. M. Collenot l'a constaté notamment à Pouillenay.

M. Collenot croit que l'arène a été entraînée sur les pentes par les eaux pluviales; qu'elle tapissait autrefois tous les coteaux, et qu'elle a été enlevée par de grands courants qui ont rempli les vallées jusqu'aux bords. Les points épargnés sont ceux où l'eau était sans violence, c'est-à-dire les anses et les coteaux convexes des vallées. J'ai démontré, dans cet ouvrage, que ces courants ont traversé le bassin de la Seine avant le creusement des vallées, et que c'est à leur action qu'on doit attribuer toutes les érosions et le ravinement des vallées qui sillonnent ce bassin. Les dépôts sur les pentes n'existaient donc pas encore; en admettant même que les vallées eussent été préexistantes et que les dépôts d'arènes tapissassent toutes les pentes, il est évident que les débris de ces dépôts emportés par les courants auraient été jetés par eux dans les lieux où les eaux étaient sans violence,

et les sablières d'arène qui s'exploitent aujourd'hui sur les coteaux auraient, en grande partie au moins, une origine diluvienne.

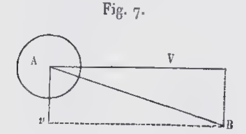
Je crois donc qu'il y a tout simplement un malentendu entre mes amis et moi, et qu'ils ne se rendent pas bien compte de l'action des eaux courantes lorsqu'elles sont assez violentes pour exercer une action destructive; je dois entrer dans quelques détails pour bien faire comprendre ma pensée.

Supposons qu'une grande masse d'eau en mouvement creuse une vallée dans des formations calcaires comme les terrains oolithiques.

Soit A (fig. 7) un des blocs provenant de la destruction des roches; il sera sollicité dans le sens horizontal par la vitesse V du courant, et dans le sens vertical par l'action de la pesanteur qui tendra à lui imprimer la vitesse v. Cette dernière vitesse ira en s'accélérant jusqu'à ce que l'action de la pesanteur soit détruite par la résistance croissante du milieu du liquide. Alors la vitesse v deviendra constante et la résultante AB des deux vitesses V et v se rapprochera beaucoup d'une ligne droite.

En outre, cette vitesse v variera avec la densité, la grandeur et la forme de chaque bloc.

Fig. 7.



La densité des roches détruites dans les montagnes de la Côte-d'Or était comprise entre 2, 3 et 2, 7. Mais la grandeur et la forme des débris détachés des coteaux étaient au contraire très variables.

Les gros blocs et surtout les débris épais, se rapprochant des formes de la sphère et du cube, tombaient beaucoup plus vite au fond de l'eau que les fragments minces et plats qui pouvaient flotter longtemps et former les dépôts d'arène. C'est ce que j'ai établi par les expériences suivantes faites dans un des réservoirs de la Dhuis.

L'eau avait $3^m,05$ de profondeur le jour de l'expérience, et sa limpidité était assez grande pour que l'œil pût suivre un grain de sable blanc jusqu'au fond du bassin.

Corps plats et minces. — J'ai choisi des fragments de porcelaine ayant les dimensions habituelles de l'arène, c'est-à-dire les uns un peu plus ou un peu moins d'un centimètre carré de surface et 2 à 3 millimètres d'épaisseur, les autres plus longs que larges. Ces fragments, abandonnés dans l'eau, sont descendus en oscillant comme un cerf-volant qui tombe dans l'air, sans aucune accélération de vitesse, et ont parcouru le trajet de $3^m,05$ dans les temps suivants :

Débris de $0^m,01$ environ de surface : 17″2; 15″0; 18″20; 16″8; moyenne 16″8; vitesse $v = \frac{305}{1680} = 0^m,182$.
Débris de moins de 0^m01 de surface : 17″0; 15″5; 15 4; 16″6; moyenne 16″1; vitesse $v = \frac{305}{1610} = 0^m,190$.
Fragments minces et longs........ 18″0; 15″5; .... moyenne 16″8; vitesse $v = \frac{305}{1680} = 0^m,182$.

Le sable descendait moins vite encore. Pour qu'il fût plus visible dans l'eau, je me suis servi de porcelaine broyée.

Gros sable analogue au sable de rivière : 18″0; 25″0; moyenne 21″8; vitesse $v = \frac{305}{2180} = 0^m,14$.
Sable fin...................... 28″0; .... vitesse $v = \frac{305}{2800} = 0^m,109$.

Pour déterminer la vitesse des petits corps épais, je me suis servi de sphères parfaites, de petites billes en marbre d'une densité malheureusement un peu plus grande que celle

de la porcelaine; mais, néanmoins, les expériences faites sont très concluantes. Le trajet de $3^m,05$ a été parcouru dans un temps très court. Il était évident que l'action accélératrice de la pesanteur était encore considérable lorsque la bille arrivait au fond de l'eau, et que la vitesse aurait été beaucoup plus grande pour un trajet plus long, dans une eau plus profonde :

Billes en marbre de 10 à 24 millimètres de diamètre : 2″6; 2″8; 2″0; 1″80; 2″2; moyenne 2″3; vitesse moyenne $v = \frac{305}{2300} = 1^m,53$.

Ainsi le corps A, parcourant le trajet V dans le sens horizontal en une seconde, s'abaisse en même temps de $0^m,18$ à $0^m,19$ s'il est long et plat, de $0^m,11$ à $0^m,14$ s'il est de la grosseur d'un grain de sable, et de $1^m,53$ s'il se rapproche de la forme sphérique ou cubique. Cette dernière quantité ($1^m,53$) ne s'applique qu'au trajet fait pendant les deux premières secondes; elle irait en croissant pendant les secondes suivantes, jusqu'à ce que, l'action de la pesanteur étant détruite par la résistance du liquide, le mouvement uniforme s'établît. Mais, dans tous les cas, dès la première seconde du trajet, on voit que les débris épais se séparent très nettement des débris minces; ceux-ci ne s'abaissent dans la masse du liquide que de $0^m,10$ à $0^m,20$, tandis que le trajet parcouru par les autres dans le sens de la verticale est de $1^m,50$ environ dans le même temps. Si la vitesse V du courant était de 5 mètres et la profondeur de l'eau de 100 mètres, un débris mince pourrait parcourir en flottant un trajet de 2500 mètres, tandis qu'un petit bloc épais, de la grosseur d'une bille d'enfant, atteindrait le fond après avoir décrit une courte trajectoire. D'après le calcul qui précède, cette trajectoire n'aurait pas 330 mètres de longueur.

Ainsi, à une très faible distance d'un bloc qui se détruit par l'action d'un courant rapide, il ne reste plus en suspension dans l'eau qu'un nuage de petits débris, et ces petits blocs eux-mêmes ne peuvent faire un long trajet que dans des circonstances favorables. En effet, les filets d'eau et les corps qu'ils tiennent en suspension ne marchent presque jamais en ligne droite; la vitesse d'écoulement étant beaucoup plus grande au milieu du lit que sur les rives, les filets à partir de la ligne du thalweg sont peu à peu ramenés vers les bords en tourbillonnant autour d'un axe vertical (voir la note A). Les corps entraînés sont donc aussi ramenés vers la rive, de sorte qu'un objet provenant d'un coteau revient toujours vers ce coteau jusqu'à ce qu'il tombe au fond du lit. S'il tombe en plein courant, il continue son voyage en roulant pêle-mêle avec les autres débris et ne tarde pas à passer à l'état de caillou roulé; s'il est conduit dans un lieu où l'eau est calme, au fond d'une anse ou sur la pente d'un coteau convexe, il cesse immédiatement de flotter et même de rouler.

Appliquons cette démonstration aux calcaires oolithiques de la Bourgogne, et nous comprendrons l'origine de ces dépôts de graviers *anguleux*, non *polis*, auxquels, dans le pays, on donne les noms d'*arène*, de *terre à bâtir*, de *trasse*, etc.

Nous reconnaîtrons que les dépôts d'arène sont formés d'après les lois suivantes :

1° Jamais les graviers calcaires roulés et polis qui constituent la grève n'ont pu se mélanger à l'arène, quoiqu'ils aient voyagé en même temps, parce que la grève a été transportée en roulant au fond de la vallée, tandis que l'arène a flotté dans l'eau depuis son point de départ jusqu'à son point d'atterrissement.

2° L'arène est composée de débris en général plats et de petite dimension en raison de

son mode de transport dans les courants diluviens, les blocs épais, surtout ceux qui se rapprochent des formes sphériques et cubiques, tombant au fond du lit après un trajet de quelques mètres, et l'eau n'ayant pas la vitesse nécessaire pour en détacher d'autres dans les lieux où se sont formés les dépôts, c'est-à-dire dans les anses, sur les coteaux convexes des tournants et à la jonction des vallées (note A).

3° Les petits débris constituant l'arène ont pu parcourir un trajet plus long; mais, sans cesse ballottés par les tourbillons, en flottant du thalweg vers le coteau, ils n'ont pas tardé à trouver l'abri où ils se sont déposés. Ils proviennent donc tous des roches du voisinage.

4° Ils sont à angles vifs et non polis, puisqu'en flottant ils n'ont pu émousser leurs arêtes et polir leur surface.

5° Les tourbillons d'un cours d'eau violent étant presque toujours compris entre les rives et le thalweg, l'arène déposée au fond d'une anse ou sur le coteau convexe d'une vallée provient toujours des roches détruites de ce côté de la vallée.

6° A l'époque diluvienne, dès que le nuage de petits débris flottants arrivait dans un lieu où le courant n'avait plus la vitesse nécessaire pour soutenir les corps d'un certain poids, tous les corps atteignant ou dépassant ce poids étaient immédiatement précipités au fond de l'eau. Les zones d'arène sont donc composées chacune de débris sensiblement de même grosseur.

Ce triage des détritus, alternativement gros et menus d'une zone à l'autre, se remarque dans tous les dépôts formés par les eaux courantes, etc. C'est, ainsi que je l'ai dit ci-dessus, un des caractères de ce genre de dépôt, caractère qui n'existe ni dans les sédiments des eaux tranquilles, ni dans les dépôts détritiques formés par les eaux pluviales.

7° Rien ne prouve mieux l'origine diluvienne des vallées que les dépôts d'arène, puisque l'existence de ces dépôts ne peut s'expliquer que par l'action de grands courants aussi bien *dans les vallées secondaires* que *dans les vallées principales.*

Cette dernière circonstance du phénomène diluvien est démontrée rigoureusement par la présence de l'arène. Prenons, par exemple, le dépôt qui s'est formé à Aisy, à la pointe du coteau compris entre les vallées de l'Armançon et du Bornant; j'ai déjà démontré que ce dépôt n'était pas dû aux eaux pluviales. Si le creusement des vallées pouvait être attribué à la simple action des grands cours d'eau de l'âge de la pierre taillée, la rivière principale remplaçant notre Armançon, ayant plus de 1 400 kilomètres carrés de bassin, aurait refoulé la petite rivière qui remplaçait le Bornant, dont les versants ont à peine quelques kilomètres carrés de surface, absolument comme la Seine refoulait l'Orge, la Bièvre et la Vaucouleurs, et, comme dans ces dernières vallées, nous ne verrions que des dépôts limoneux au lieu d'arène sur les coteaux du Bornant. Il est donc certain qu'il existait un courant violent non seulement dans la vallée M de l'Armançon (note A, fig. 6), mais encore dans la vallée N du Bornant, et que c'est à cette double action qu'il faut attribuer le dépôt d'arène d'Aisy.

La présence de quelques débris d'animaux de l'époque quaternaire dans l'arène n'infirme pas ce qui précède. J'ai constaté dans les tranchées ouvertes à travers ces dépôts que les talus se ravinaient très facilement en temps d'averse, et que les matières ainsi déplacées s'accumulaient en cônes au pied du talus sans qu'aucun débris détritique étranger à l'arène s'y

mélangeât. L'arène, dans quelques localités, a donc pu être remaniée sur la place par les pluies violentes de l'âge de pierre, de la même manière que le limon des plateaux (90), et c'est dans ces remaniements que quelques ossements d'animaux de l'époque quaternaire ont pu y être ensevelis. Ces ossements y sont rares, et ceux que j'ai trouvés étaient presque toujours enfouis à une petite profondeur.

NOTE C.

SUR LE TRANSPORT DES BLOCS.

Il a été souvent question, dans cet ouvrage, du transport des blocs de grès et d'autres roches par les courants diluviens, par les cours d'eau de l'âge de pierre et même par nos cours d'eau modernes (3, 4, 6, 10, 13, 24, etc.). Lorsqu'un grand affouillement détermine la chute d'un ouvrage de maçonnerie, il est rare que des morceaux de pierre de taille ne soient pas transportés à d'assez grandes distances. C'est encore ainsi que les enrochements qui protègent les piles des ponts sont emportés par des rivières qui, dans leur lit normal, déplacent à peine du sable ou du petit gravier.

La plupart des ingénieurs qui ont étudié le régime des eaux courantes peuvent citer des faits de ce genre constatés par eux dans leur pratique.

Mais il est bien rare que l'ingénieur ou le savant ait été temoin du déplacement d'un bloc par l'eau; on se borne donc à constater la disposition des lieux après le fait accompli, sans qu'il soit toujours possible de se rendre compte du mode d'action des eaux.

M. Alphonse Favre a été témoin, dans les Alpes, de l'éboulement et du transport, par les eaux courantes, d'un grand massif de terrain. «Pendant que nous descendions, dit-il, «M. Studes et moi, la pente gazonnée dont je viens de parler, la glace du glacier d'Orly «entraîna tout à coup une partie de la moraine, et détermina un éboulement énorme qui «se précipita non loin de nous dans un torrent coulant au fond d'une gorge étroite. On «n'a aucune idée d'un pareil spectacle lorsqu'on ne l'a pas vu..... il y a eu deux chutes «successives de pierres et de glace. Au début de l'une d'elles, trois gros blocs se précipi«tèrent; l'un d'eux avait environ 7 mètres de longueur, 3 à 4 mètres d'épaisseur et autant «de largeur; les autres, moins volumineux, avaient environ 5 mètres de longueur. Ils «firent tous trois des bonds prodigieux de plusieurs centaines de pieds de hauteur en tour«noyant en l'air. Lorsque cette énorme quantité de débris, grands et petits, arriva dans la «partie peu inclinée du torrent, elle s'arrêta jusqu'à ce que l'eau, continuant à arriver «sans cesse, finit par exercer une pression assez puissante pour pousser la masse. Celle-ci «se mit alors en *mouvement*, et *coula* comme si elle eût été *plastique* et formée de boue; «cependant elle renfermait des *milliers de blocs*. Au bout de trois cents pas environ, le plus «gros des blocs se fixa en terre, arrêtant avec lui toute la masse.»

. . . .

«Deux choses m'avaient encore frappé dans ce grand spectacle: la première, c'était de «voir une si grande masse de blocs acquérir une espèce de plasticité sous l'action de l'eau «du torrent; la seconde, c'était la manière dont les plus gros blocs paraissaient flotter à la

« surface de cette débâcle. Mais il est évident qu'ils ne *flottaient* pas plus que s'ils avaient « *roulé sur des boulets de canon*[1]. »

Cette description d'un phénomène dont les hommes de science ont été si rarement les témoins donne une idée exacte de ce qui devait se passer dans la destruction des roches du bassin de la Seine. Le lit du torrent de M. Favre représente les glissières éphémères qui se creusaient sous les blocs du grès de Fontainebleau. J'ai trouvé un reste de ces glissières à Courcouronne (6, page 16, diag. n° 3). Les cailloux du torrent qui, semblables à des boulets de canon, facilitaient le déplacement des blocs, sont exactement représentés sur le diagramme n° 3. Le fait observé par M. Favre prouve que des masses énormes peuvent se mettre en mouvement sous l'action d'un cours d'eau de médiocre grandeur, lorsque l'eau, avant de se frayer un passage, s'accumule en arrière. Quelle devait être l'action de ces courants diluviens dont nous trouvons des traces si visibles sur toute la surface du bassin de la Seine?

Quelques-uns de ces blocs des roches détruites sont restés sur les plateaux, tantôt à peu de distance, tantôt très loin de la place qu'ils occupaient autrefois; M. Leymerie, dans la Statistique géologique de l'Aube, cite plusieurs dépôts de blocs provenant des terrains tertiaires détruits et reposant aujourd'hui sur la craie (cantons d'Aix, de Marcilly, de Nogent, de Romilly, de Villenauxe). J'ai exploité ces dépôts, comme carrières, dans la construction de l'aqueduc de la Vanne; c'est de l'un d'eux que provient le polissoir de Cérilly, déposé aujourd'hui au musée Carnavalet.

Ces blocs du département de l'Aube sont à peu de distance de l'ancien gisement du terrain dont ils sont les restes. Beaucoup ont été employés à l'âge de la pierre polie, dans la construction des dolmens; quelques-uns ont servi, comme celui de Cérilly, au polissage des outils en silex.

La présence de ces blocs à la surface des plateaux dénudés confirme ma théorie du ravinement du bassin de la Seine; elle prouve, en effet, que ces dépôts de grès tertiaires que nous voyons encore en place au-dessus des plaines de la Beauce et de la Brie existaient de même autrefois au-dessus des plaines de la Champagne; quelques blocs sont restés sur place à la surface de la craie, la plupart ont été emportés, ce qui prouve que les courants destructeurs étaient d'une grande violence : si l'érosion de la Champagne était due à l'action lente des agents atmosphériques, les tables de grès seraient toutes restées sur les plaines crayeuses de cette province dans la ligne verticale passant par leur ancien gisement.

Quelques géologues ont cru reconnaître dans ces restes de terrains détruits une preuve de l'existence d'anciens glaciers dans le bassin de la Seine. Suivant eux, ces rares blocs épars à la surface du sol, loin de leur ancienne place géologique, seraient les derniers débris des moraines de ces glaciers.

M. Collenot, qui a étudié avec beaucoup de soin les terrains qui entourent le Morvan, considère comme blocs erratiques glaciaires : 1° des blocs de grès rouges qu'on remarque près du cours de l'Yonne en amont d'Auxerre, dans la commune de Magny; 2° les blocs

(1) Alph. Favre, *Recherches géologiques, etc.* (Genève, 1867), t. III, § 585.

de grès déposés sur le flanc de la montagne de Gros-Mont, entre Vézelay et Avallon; 3° les déjections granitiques de Pontaubert, près d'Avallon, dans la vallée du Cousin; 4° quelques blocs de granit qu'il a découverts à la surface du lias de l'Auxois, entre les bourgs d'Époisses et de Guillon.

À la tournée extraordinaire de la Société géologique de France, en 1845, M. Robineau-Desvoidy a démontré victorieusement que les blocs de Magny étaient tout simplement les restes du terrain crétacé qui s'étendait sur les bords de l'Yonne avant l'époque quaternaire. Les blocs de grès de Gros-Mont sont aussi les restes, demeurés en place, du dépôt tertiaire qui s'étendait jusqu'au pied du Morvan (1, diag. n° 1). Le dépôt granitique de Pontaubert est aujourd'hui exploité entre Pontaubert et Levault-de-Lugny; la disposition zonée des sables mélangés aux blocs ne permet pas un instant de les considérer comme un reste de moraine.

J'ai visité avec M. Collenot les blocs de granit qu'il a découverts à la surface de l'Auxois. Ils sont déposés sur la plaine à 30 mètres environ au-dessus du cours du Serein, au lieu dit *le Perron-aux-Souffreux,* ou *les Petits-Alleux*. L'altitude de ce lieu est d'environ 250 mètres. Il y avait autrefois six blocs; aujourd'hui il n'en reste plus que deux: l'un a $2^m,80$ de longueur sur $0^m,70$ de largeur et $0^m,75$ de hauteur; l'autre, $2^m,90$ sur $1^m,10$ et $0^m,76$. Ce dernier est entièrement poli en dessous et à angles vifs; il a donc un des caractères des blocs transportés par les glaces; il n'est pas strié; le terrain granitique d'où il peut provenir est au moins à 15 ou 16 kilomètres de distance.

Je ne pense pas néanmoins que ces blocs aient été transportés par un glacier au point où nous les voyons aujourd'hui; un glacier laisse des traces plus nombreuses de son passage. À la vérité, M. Collenot pense que la plupart des blocs ont pu être exploités à la mine par les propriétaires intéressés à déblayer leurs terres; mais cette explication de la rareté des blocs ne me paraît pas admissible. Il y a bien peu d'années qu'on songe à débarrasser le sol en exploitant les roches qui l'encombrent; j'aurais certainement connu ces blocs il y a longtemps, s'ils avaient été plus nombreux.

On trouve d'ailleurs, à la même altitude, dans le voisinage, des restes zonés des graviers des hauts niveaux du Serein. M. Collenot m'en a indiqué un dépôt près de la route départementale d'Époisses à Toutry, je lui en ai montré plusieurs dans le voisinage de Guillon; les blocs paraissent donc avoir été transportés par les eaux courantes dans un ancien lit des hauts niveaux du Serein. Celui qui a conservé ses angles vifs a peut-être été apporté par des glaces flottantes. M. Collenot ne repousse pas cette explication.

Il n'est pas impossible qu'il ait existé des glaciers, très peu étendus, dans le haut Morvan; mais ce n'est pas dans l'*Auxois,* à la basse altitude des *Petits-Alleux,* qu'il faut chercher les traces de leurs moraines: c'est plutôt sur les terrasses inférieures du Morvan lui-même. On voit, notamment sur le chemin de Laroche à Saint-Agnan, vers les sources du ruisseau dit *le Tournessac,* une plaine couverte de gros blocs granitiques.

Ces blocs ont-ils été transportés par les glaciers? C'est un fait facile à vérifier et que je vérifierai bien certainement à la première occasion.

Foldout
is too
large to
Photograph

Foldout
is too
large to
Photograph

Foldout
is too
large to
Photograph

CORRESPONDANCE

ÉCHANGÉE

ENTRE M. LE SÉNATEUR, PRÉFET DE LA SEINE,

ET M. SERRES, PROFESSEUR D'ANATOMIE COMPARÉE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE,

À L'OCCASION DE LA DÉCOUVERTE D'UN HUMÉRUS D'*ELEPHAS PRIMIGENIUS*[1].

I.

LETTRE DE M. LE PRÉFET DE LA SEINE
À MONSIEUR SERRES,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
PROFESSEUR D'ANATOMIE COMPARÉE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

Paris, le 30 avril 1866.

Monsieur le Professeur,

Informé, par M. l'ingénieur en chef Belgrand, que divers débris d'ossements fossiles avaient été trouvés, en ces derniers temps, dans une carrière de sable exploitée par un sieur Trimoulet, au lieu dit *la Pissotte,* à environ 200 mètres de la porte de Montreuil, et qu'un nouvel ossement venait d'y être aperçu, j'ai chargé M. Charles Read, chef de Section et membre de la Commission des travaux historiques, de se rendre à l'endroit indiqué, pour aviser suivant les circonstances. Assisté de MM. Louis Lartet et Stahl, qui, sur sa demande, avaient bien voulu l'accompagner, M. Read a fait déblayer les sables dans lesquels était enfoui l'ossement en question, et l'on a pu constater que c'était un humérus d'éléphant, mesurant une longueur de $1^{m},35$. Des dispositions ont été prises pour le dégager et l'enlever, avec le moins de dommage possible. Malheureusement, le procédé de solidification de M. Stahl n'ayant pu être pratiqué, et le poids de l'objet aggravant l'effet ordinaire de la dessiccation, plusieurs parties n'ont été obtenues qu'à l'état friable et presque pulvérulent. Mais les plus importantes étant restées entières, et tous les morceaux extérieurs ayant été soigneusement placés sur une planche garnie de foin, il y a lieu d'espérer que la pièce pourra être reconstituée. Les débris en ont été, à cet effet, transportés à votre laboratoire. J'ai approuvé cette translation, dont je donne avis à M. le Directeur du Muséum, en le priant d'accepter, au nom de cet établissement, le don que je suis heureux de lui offrir, au nom de la Ville de Paris. Je souhaite que, sous vos auspices, les soins de vos habiles auxiliaires soient couronnés de succès; vous reconnaîtrez sans doute que l'objet auquel ils s'appliqueront n'est pas sans intérêt pour la science paléontologique.

Agréez, Monsieur le Professeur, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le Préfet de la Seine,
G. E. HAUSSMANN.

[1] La découverte dont il s'agit est mentionnée à la page IV de l'avant-propos, ainsi qu'aux pages 175 et 181 du texte de cet ouvrage.

II.

RÉPONSE DE M. SERRES.

Monsieur le Préfet,

J'ai reçu les débris de l'humérus gauche de l'éléphant fossile (*Elephas primigenius*), dont vous avez fait don au Muséum, et, avant de vous répondre, j'ai attendu que la tâche difficile de la reconstitution de cette pièce importante fût terminée, et qu'elle fût en état de figurer dans nos collections.

Ce n'est pas seulement à cause de sa grande dimension que j'ai fait reconstituer scientifiquement cet humérus; mais c'est principalement son gisement dans une carrière de sable, aux portes de Paris, qui a éveillé mon attention, en confirmant une fois de plus la haute mission de cette capitale dans le monde physique, et particulièrement dans la France. Paris est, en effet, le point du globe d'où est sortie la résurrection des animaux perdus. Qui ne sait qu'avant Cuvier les ossements fossiles étaient connus, et un grand nombre décrits? Mais qui ne sait aussi que c'est à la voix de notre grand anatomiste, et par l'application du principe d'anatomie comparée, de la corrélation des parties, que ces ossements sont sortis de la profondeur des carrières de Montmartre, ont été déterminés et coordonnés? Et cette résurrection inattendue ne s'est pas bornée au squelette; les animaux perdus nous sont apparus en entier, avec les caractères de leur ordre et de leur famille. C'est en quelque sorte une image en petit de la création.

A la ville de Paris et à son site géologique se rattache donc la création de la paléontologie, science française dont les rayonnements ont envahi les deux mondes. C'est là, Monsieur le Préfet, ce qui donne un intérêt tout particulier et en quelque sorte national aux ossements fossiles qui se rencontrent aux environs de notre capitale, et c'est là aussi la raison qui nous porte à vous prier d'adresser au Muséum ceux qui pourraient se rencontrer dans les fouilles qui sont exécutées d'après vos ordres. Ce n'est pas en vain, nous l'espérons, que nous adressons cette demande au magistrat éminent sous lequel s'opère, avec tant de splendeur, la reconstruction de la capitale de la France.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur le Sénateur-Préfet, avec la plus haute considération, votre dévoué serviteur.

SERRES,

Professeur d'Anatomie comparée, etc.

Muséum, 5 juin 1866.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES[1].

A

[1] La préparation de cette table est due aux soins de M. Petit, auxiliaire du bureau des Travaux historiques.

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y





HISTOIRE GÉNÉRALE DE PARIS.

COLLECTION DE DOCUMENTS ORIGINAUX.

(Géologie, topographie, numismatique, héraldique, métiers et corporations, bibliothèques, épitaphiers, études d'histoire communale, registres municipaux, etc.)

OUVRAGES PARUS :

Introduction à l'Histoire générale de Paris, par L.-M. Tisserand; un vol. . . . . 15 fr.

La Seine. — I. Le bassin parisien aux âges antéhistoriques, par E. Belgrand, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service des eaux et égouts de la ville de Paris; deux volumes avec de nombreuses planches sur bois, en chromolithographie et en héliogravure.
(Deuxième édition). . . . . 100 fr.

Topographie historique du vieux Paris :
I et II. Région du Louvre et des Tuileries, par A. Berty; deux volumes avec 61 planches sur acier, 21 bois gravés, deux héliographies et deux feuilles d'un plan général de restitution. . . . . 100 fr.
III. Région du bourg Saint-Germain; un volume avec 47 planches hors texte et 12 bois gravés. . . . . 50 fr.
IV. Région du faubourg Saint-Germain; un volume avec 34 planches hors texte, 5 bois gravés et 3 feuilles de plan. . . . . 50 fr.

Plan de restitution. — Paris en 1380. Plan cavalier restitué par H. Legrand; une feuille grand aigle accompagnée d'un plan de renvoi, d'une notice historique et d'une légende explicative; le tout dans une reliure boîte. . . . . 20 fr.
(Ce plan a été, depuis, reproduit dans l'*Atlas des Anciens plans de Paris.*)

Atlas des Anciens plans de Paris, reproduction en fac-similé des originaux les plus rares et les plus intéressants pour l'histoire et la topographie parisiennes, avec une table analytique présentant la légende explicative de chaque plan et un appendice consacré aux documents annexes, trois volumes grand aigle, contenant 33 plans en 60 feuilles. . . . 200 fr.
Chaque plan se vend à part.

Les Armoiries de la Ville de Paris : I. Sceaux et emblèmes; II. Devises; III. Couleurs et livrées, ouvrage commencé par feu le comte A. de Coëtlogon, refondu et complété par L.-M. Tisserand; deux volumes avec 40 planches hors texte en noir et en couleur, et plus de 400 bois gravés dans le texte. . . . . 100 fr.

Les Jetons de l'Échevinage parisien. Histoire numismatique de la Prévôté des Marchands, par d'Affry de la Monnoye; un volume avec 750 bois gravés, présentant la succession et l'explication des pièces frappées par l'ancien Corps municipal. . . . . 40 fr.

Étienne Marcel. Prévôt des Marchands (1354-1358), par F.-T. Perrens, lauréat de l'Institut, inspecteur de l'Académie de Paris; un volume. . . . . 30 fr.

Le Livre des Métiers, d'Étienne Boileau (xiii[e] siècle), publié par René de Lespinasse et François Bonnardot, anciens élèves de l'École des Chartes, accompagné d'une introduction historique et d'un glossaire; un volume enrichi de fac-similés en chromolithographie. . . . . 40 fr.

Paris et ses Historiens au XIV[e] et au XV[e] siècle, Documents et écrits originaux, recueillis et commentés par feu Le Roux de Lincy, conservateur honoraire de la Bibliothèque nationale, et L.-M. Tisserand; un fort volume avec 38 planches hors texte, dont 13 tirées en or et en couleur, et 50 gravures sur bois ou en héliographie dans le texte. . . . . 100 fr.

Les anciennes Bibliothèques de Paris (Églises, monastères, collèges, etc.), par Alfred Franklin, conservateur administrateur adjoint à la bibliothèque Mazarine; trois volumes avec 24 planches hors texte et plus de 300 gravures dans le texte.
Chaque volume pris séparément. . . . . 40 fr.
Les trois volumes pris ensemble. . . . . 100 fr.

La première Bibliothèque de l'Hôtel de Ville de Paris, par L.-M. Tisserand; un volume tiré à très petit nombre, avec 4 planches hors texte et 18 bois gravés. . . . . 20 fr.
(Cette étude se trouve comprise dans le troisième volume de la publication des Anciennes bibliothèques précédemment mentionnée.)

Le Cabinet des manuscrits de la Bibliothèque nationale. Étude sur la formation de ce dépôt, comprenant les éléments d'une histoire de la calligraphie, de la miniature, de la reliure et du commerce des livres à Paris, avant la découverte de l'imprimerie, par Léopold Delisle, membre de l'Institut. Trois volumes et un album contenant 50 planches d'anciennes écritures.
Chaque volume. . . . . 40 fr.
Les trois volumes et l'album pris ensemble. . . . . 100 fr.
L'album séparément . . . . 20 fr.

SOUS PRESSE :

Registres du Bureau de la Ville. Recueil des délibérations de l'ancienne municipalité parisienne; premier volume, 1499-1526. (Texte édité par F. Bonnardot, ancien élève de l'École des Chartes.)

Le Cartulaire général de Paris, par Robert de Lasteyrie, professeur à l'École des Chartes.

EN PRÉPARATION :

Les Métiers parisiens sous le régime corporatif, recueil de statuts, règlements et autres dispositions ayant régi l'industrie parisienne depuis le xiii[e] siècle jusqu'à la fin du xviii[e] siècle, par René de Lespinasse, ancien élève de l'École des Chartes. (Suite du *Livre des Métiers.*)

L'Épitaphier général de Paris. — Les Petites Écoles de Paris, etc.

DÉPÔT CENTRAL DES PUBLICATIONS HISTORIQUES DE LA VILLE DE PARIS :

H. CHAMPION, libraire, quai Malaquais, 15.

